

Der heutige Stand der anorektalen Manometrie bei Kindern

von

Alfred Riedl

aus

Schrobenhausen

1977 № 206



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548420_0004

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

Der heutige Stand der anorektalen Manometrie bei Kindern

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Alfred Riedl
aus
Schrobenhausen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer
Referent: Priv.-Doz. Dr. G.H. Willital
Korreferent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 17. 5. 1977

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
V o r w o r t	1
A. Einleitung und Problemstellung	3
B. Techniken	5
I. Ballonsonden	5
1. Geschichte	5
2. Heute gebräuchliche Sonden	7
3. Beispiel einer anorektalen Druck- untersuchung mit einer Ballonsonde	11
4. Vor- und Nachteile von Ballon- sonden	19
II. Open-tip Katheter	23
1. Geschichte	23
2. Heute gebräuchliche Methoden	26
3. Beispiel einer anorektalen Druck- untersuchung mit open-tip Kathetern	29
4. Vor- und Nachteile der open-tip Katheter	37
III. Gegenüberstellung von open-tip Katheter und Ballonsonde	41

IV. Direkte Druckmessung mit elektrischen Miniaturaufnehmern	43
1. Geschichte	44
2. Heute gebräuchliche Methoden	45
3. Beispiel einer anorektalen Druckunter- suchung mit Tip-Manometern	47
4. Vor- und Nachteile von Tip-Manometern	61
V. Experimenteller Vergleich von Ballon- sonde, open-tip und Tip-Manometer	66
VI. Diskussion	70
 C. Vermeidung von Fehlern bei der anorektalen Manometrie	 71
D. Ergebnisse der anorektalen Manometrie	80
I. Normale physiologische Verhältnisse	80
1. Physiologie	80
2. Manometrische Ergebnisse anderer Autoren	81
3. Untersuchungsergebnisse mit Tip- Manometern	89
 II. Obstipation	 122
1. Physiologie der Defäkation	123
2. Manometrische Untersuchungen zur Obstipation	126
3. Untersuchungsergebnisse mit Tip- Manometern	130

	<u>Seite</u>
III. Inkontinenz	151
1. Kontinenzfaktoren	151
2. Manometrische Untersuchungen bei Inkontinenz	154
3. Untersuchungen mit Tip-Manometern zur Abklärung der Kontinenzlage	159
IV. Indikation zur Manometrie	166
E. Zusammenfassung	170
F. Literaturverzeichnis	174

V o r w o r t

Die vorliegende Dissertation ist Teil einer gemeinsamen Arbeit von Alfred Riedl und Emilie Zeiser.

Ursprünglich sollten sich beide Arbeiten mit möglichen Fehlerquellen bei der anorektalen Manometrie befassen. Aus den zu diesem Thema veröffentlichten Arbeiten ging hervor, daß alle bis jetzt verwendeten Ableitungsmethoden mit wesentlichen Nachteilen behaftet sind. Dies bestätigten auch unsere dazu durchgeführten Versuche mit einer Ballonsonde und mit open-tip Kathetern. Es schien deshalb sinnvoll nach einer neuen Ableitungsmethode zu suchen, deren Eigenschaften durch die Vorversuche definiert waren.

Da uns aus dem Bereich der medizinischen Technik kein Druckaufnehmer dieser Art bekannt war, wurden aus dem Firmenregister des Gewerbeamtes Nürnberg Firmen herausgesucht, die Druckaufnehmer herstellen. Weiterhin wurden regelmäßig Zeitschriften wie Elektronik-Industrie, Elektronik-Information und Elektronik-Praxis gelesen und nach Druckaufnehmern durchforscht. Insgesamt wurden 38 Firmen angeschrieben. Leider war keines der uns angebotenen Druckaufnahmesysteme zur anorektalen Manometrie geeignet. Wir erhielten dadurch jedoch auch Adressen von 3 US-Firmen (Biotec, Edwards, Millar), die Herzkatheter mit an der Spitze eingebauten Druckaufnahmeelementen herstellen.

Das System der Fa. Edwards schien uns zur anorektalen Manometrie geeignet. Es wurde zunächst mit einem Katheter erprobt und mit Ballonsonde und open-tip verglichen.

Die Dissertationen von Alfred Riedl: "Der heutige Stand der anorektalen Manometrie im Kindesalter" und von Emilie Zeiser: "Erfahrungen mit Tip-Manometern bei der anorektalen Manometrie im Kindesalter" sind Ergebnis dieser gemeinsam durchgeführten theoretischen Vorarbeiten und Vorversuche, sowie der gemeinsamen Untersuchungen mit Tip-Manometern und deren Auswertung. Da sie in logischem Zusammenhang stehen, können und sollen sie nicht getrennt gesehen werden. Deshalb sind sie auch, was die Untersuchungsergebnisse mit Tip-Manometern betrifft, identisch.

Unser Dank gilt Herrn Prof. Hegemann für die freundliche Überlassung des Themas.

Wir möchten an dieser Stelle auch der Fa. Edwards danken, die uns leihweise drei Verstärker für die Durchführung unserer Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

Weiterhin gilt unser Dank Herrn Gunselmann vom Institut für medizinische Statistik und Dokumentation, der uns wertvolle Ratschläge für die Auswertung der Untersuchungsergebnisse gab; er überprüft für uns auch die Möglichkeiten einer Computerauswertung.

Besonderer Dank gilt Herrn Priv.Doiz.Dr.Günter H.Willital, der unsere Arbeit in jeder Weise unterstützt hat.

A. Einleitung und Problemstellung

In den letzten Jahren hat die anorektale Manometrie wesentliche Fortschritte bei der Diagnose anorektaler Erkrankungen gebracht. Trotzdem blieb diese Untersuchungsmethode auf wenige Zentren beschränkt. Dies und der Umstand, daß die verwendeten Sonden nicht im Handel erhältlich sind, ließ diese funktionsdiagnostische Möglichkeit nur für Spezialisten zugänglich scheinen.

Veröffentlichungen trugen durch ihre Form nicht dazu bei, dieses Vorurteil abzubauen und mehr Kliniken für die Elektromanometrie zu interessieren. Nirgendwo werden genaue Anweisungen zur Handhabung der Sonden und zum Versuchsablauf gegeben. Dies ist jedoch, wie wir aus eigener Erfahrung wissen, bei der Einführung einer solchen Methode unbedingt erforderlich.

Die Fülle der verwendeten Sonden und Methoden trägt zur weiteren Verwirrung bei. Untersuchungsergebnisse sind kaum vergleichbar. Die weitgefächerten Möglichkeiten, die die anorektale Manometrie bietet, führen zu ständig neuen Beobachtungen und Ergebnissen, die für die Klinik kaum verwertbar scheinen.

Ziel dieser Arbeit ist es:

1. Eine Aufstellung über verwendete Sonden und Methoden zu erbringen, sowie die wichtigsten Zentren der anorektalen Manometrie zusammenzustellen.
2. Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden aufzuzeigen
3. Die Methoden miteinander zu vergleichen.

4. Eine möglichst genaue "Gebrauchsanweisung" zu liefern.
5. Mögliche Fehlerquellen aufzuzeigen und
6. Die für die Klinik wichtigsten Untersuchungs-
ergebnisse zusammenzustellen.

B. Techniken

I. Ballonsonden

1. Geschichte

Legros und Onimus (1868) waren die ersten, die mit Ballonsonden intestinale Bewegungen registrierten. Gowers erforschte 1877 erstmals die mechanischen Aspekte der analen Motilität mit Hilfe von Ballons. Er beschrieb einen vorübergehenden Abfall des Ruhe-drucks im Anorektum bei Dehnung des Rektums. Da er dieses Phänomen auch bei Querschnittsgelähmten beobachtete, führte er es per exclusionem auf eine Erschlaffung des M.sphincter ani internus zurück. Denny-Brown und Robertsen bestätigten 1935 die Ergebnisse von Gowers. Sie verwendeten eine Sonde, die aus einem 50 ccm fassenden Ballon bestand, der unter digitaler Kontrolle so weit eingeführt wurde, daß sein unterer Pol 10 cm über der Anocutanlinie zu liegen kam. Der Ballon war durch einen 4 mm dicken Katheter mit einem optischen Manometer verbunden. Im Anorektum lag ein zweiter Ballon, der auf einem Metallzylinder so montiert war, daß sein oberes Ende den Analkanal verschloß und damit verhinderte, daß der Druck aus dem Rektum ins Anorektum weitergeleitet wurde. Auch dieser zweite Ballon war mit einem optischen Manometer verbunden.

Gaston (1948) verwendete vier verschiedene Sonden. Seine Sonde B bestand aus einem mit einer Gummimembran umgebenen Hohlzylinder, der in zwei Kammern unterteilt war, sowie einem extra aufblasbaren Ballon. Der Hohlzylinder lag im Anorektum, der Ballon im Rek-

tum bzw. im Sigmoid. Die Anzeigen der proximalen und distalen Kammer wurden dem M. sphincter ani internus und dem M. sphincter ani externus zugeschrieben. Gaston's Versuche ergaben, daß bei rektaler Dehnung der M.sphincter ani internus erschlafft, während der M.sphincter ani externus sich kontrahiert. Diese Sonde von Gaston diente als Vorbild für alle später entwickelten Ballonsonden.

1949 führte Swenson erstmals manometrische Untersuchungen im Enddarm von Kindern mit M.Hirschsprung durch. Er verwendete dazu drei Ballons, gefüllt mit 10 ccm Luft, die im Colon transversum, descendes und Sigmoid zu liegen kamen. Er stellte starke Peristaltik im dilatierten und hypertrophen Colon fest, erkannte aber, daß in keinem der Fälle die Peristaltik in das enge distale Segment fortgeleitet wurde.

Schuster (1963) verwendete eine Sonde, die aus einem hohlen Stahlzylinder mit zwei Latexballons bestand. Durch den Stahlzylinder wurde der Ballon zur rektalen Dehnung vorgeschoben.

Alle Autoren aus den Baltimore City Hospitals (Alva, El-Shafie, Schnaufer, Suzuki) verwandten diese Sonde oder gleichgeformte verkleinerte Sonden. Auch die 1972 von El-Shafie vorgestellte vereinfachte Sonde beruht auf dem gleichen Prinzip.

Callaghan und Nixon haben 1964 mit einer einfachen Sonde das Fehlen des Sphinkterhemmreflexes bei M.Hirschsprung festgestellt. Aufgrund dieses Ergebnisses stellten Lawson und Nixon 1967 eine Sonde, bestehend aus einem System von vier luftgefüllten Kammern sowie einem an der Spitze montierten Ballon vor, die zum klinischen Gebrauch bestimmt war. Diese Sonde wurde im Laufe der Zeit (Lawson, Aaronson, etc.) verkleinert

und auf zwei Kammern reduziert. In dieser Form wird sie auch heute noch verwendet. Von 1971 - 1974 wurde diese Sonde, die von Willital weiter modifiziert wurde, in Erlangen zu anorektalen Druckuntersuchungen verwendet.

2. Heute gebräuchliche Sonden

a) Sonde nach Nixon

Die Ballonsonde, die 1967 von Lawson und Nixon vorgestellt wurde, wurde seither im Hospital for Sick Children, Great Ormond Street, London zu ca. 500 Untersuchungen verwendet. 1971 wurde sie in Deutschland in der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen von Willital in einer modifizierten Form eingeführt. Er hat damit bis 1974 185 Kinder untersucht. 1972 veröffentlichten Varma und Stephens vom Royal Children's Hospital in Melbourne Ergebnisse, die sie durch 76 Untersuchungen mit dieser Sonde erhalten haben.

Da sich alle nach Nixon entwickelten Sonden in den Abmessungen geringfügig unterscheiden, beschreiben wir im folgenden stellvertretend das Erlanger Modell.

Die Meßsonde hat einen Durchmesser von 3,9 mm. Die beiden unteren Kammern grenzen direkt aneinander. Die dritte Kammer, der Dehnungsballon, ist mit dem Meßkamersystem flexibel über einen Gummischlauch verbunden. Zur Druckmessung werden die beiden unteren Kammern mit einem Latexschlauch (Durchmesser 4,5 mm, Wandstärke 0,15 mm) überzogen und luftdicht verschlossen. Der Dehnungsballon besteht aus einem Latexfingerling mit einem Durchmesser von 17 mm; (Willital), Abb.1



Abb. 1: Sonde nach Willital .

b) Sonde nach Schuster

Das Prinzip der im Baltimore City Hospital verwendeten Sonde besteht bereits seit 1963. Bis 1974 wurden von den Mitarbeitern von Schuster Untersuchungsergebnisse veröffentlicht (Schnauffer etc.) Auch Verder von der Universitätskinderklinik Copenhagen, County Hospital, Danmark verwendet diese Sonde. Er hat mit seinen Mitarbeitern bis 1972 damit 93 Patienten untersucht. Ihre aus Stockholm benutzte diese Sonde, um 84 Patienten zu untersuchen (1974). Auch Nissan vom Department of Surgery, Central Emck Hospital, Afula, Israel, gebraucht diese Sonde. Er veröffentlichte 53 Fälle von M.Hirschsprung mit ultrakurzem Segment (1971).

Die Sonde besteht aus einem 10 cm langen Stahl- oder Plastikzylinder mit einem inneren Durchmesser von 21,5 mm. Ein Doppelballon aus Latex, dessen Anteile, mit 15 ml Luft aufgeblasen, einen Durchmesser von 3,5 cm haben, ist über den Zylinder geschoben. Die Form des Doppelballons ist so gewählt, daß die Sonde unverrückbar im Anorektum liegt. Im Zylinder liegen Verbindungsschläuche von den seitlichen Öffnungen zu den Druckaufnehmern. Ein dritter Ballon mit 50 ml Fassungsvermögen wird durch den Zylinder eingeführt und im Rektum 10 cm von der Anocutanlinie entfernt plaziert. Es werden Messungen im Ruhezustand, bei rektaler Dehnung, bei Willkürkontraktion und bei Berührung der perianalen Haut durchgeführt.

Für Neugeborene gibt es eine ca. auf die Hälfte verkleinerte Sonde. (Abb. 2)

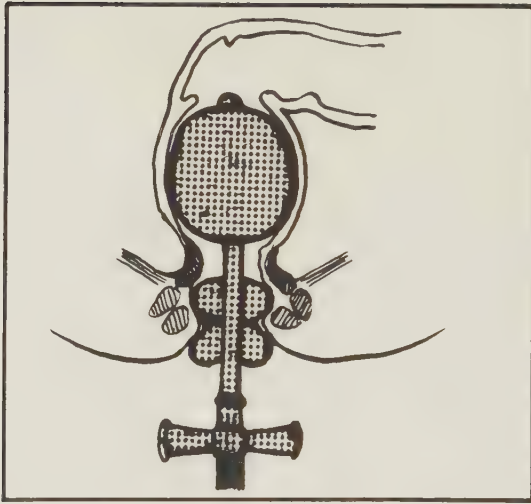


Abb. 2: Sonde nach Schuster

c) Sonstige

In den letzten Jahren entstanden weitere Sonden, wie z.B. die von Kerremans in Brüssel, der damit 80 Erwachsene untersuchte, die von Arhan vom Hopital des Enfants Malades in Paris mit 376 Untersuchungen an Kindern, die von Eisner an der Medizinischen Universitätsklinik, Bürgerspital, in Basel, der bis 1972 100 Kinder untersuchte, und die von Petrozzi in Buenos Aires, der 60 Patienten untersuchte. Auch diese Sonden sind der von Gaston 1948 vorgestellten Sonde nachempfunden und funktionieren im Prinzip also ähnlich.

3. Beispiel einer anorektalen Druckuntersuchung mit einer Ballonsonde

Anhand des Erlanger Druckregistriersystems und des in Erlangen durchgeführten Versuchsablaufs soll im folgenden das Prinzip einer Untersuchung mit einer Ballonsonde dargestellt werden.

Ein anorektales Druckmeß- und -registriersystems besteht aus 4 Elementen:

1. Anorektale Sonde mit Anschlußschläuchen
2. Druckaufnehmer
3. Manometersystem
4. Registriereinheit.

1. Sonde nach Lawson und Nixon, wie oben beschrieben.
2. Druckaufnehmer

Zur Druckaufnahme werden 3 Statham P 23 - DP verwendet. Sie arbeiten nach dem Prinzip der Dehnung von Widerstandsdrähten (strain gauge). Die Druck-

Schaltschema des anorektalen Druckregistriersystems

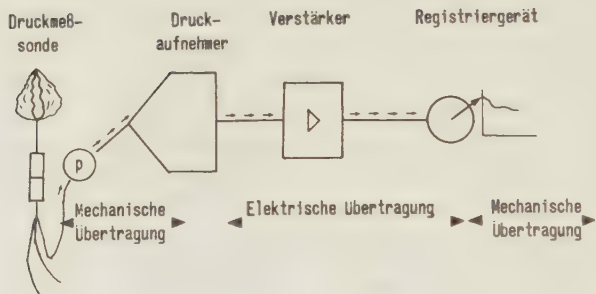


Abb. 3: Schaltschema des Anorektalen Druckregistriersystems nach Willital

aufnehmer haben je einen durchsichtigen Dom mit zwei Luerlock-Anschlüssen, von denen einer für die Verbindung mit der Sonde, der andere zur Einleitung von Luft dient.

3. Manometersystem

Als Speise- und Verstärkerinstrument wird das Gerät MA 83 der Fa. Hellige verwendet.

4. Registriereinheit

Zur Registrierung wird ein 3-Kanal-Kompensationsli- nienschreiber (Typ B 361 - Rikadenkie - Hellige) verwendet. Papierlaufgeschwindigkeit 1 mm/sec. -Abb. 3 -

Untersuchungsmodus

1. Vorbereitung der Kinder für die Untersuchung:

Bei allen Kindern wird zwei Stunden vor der Untersuchung der Darm mit Mikroklist^R oder Dulcolax^R gereinigt. Unruhige Kinder werden mit Truxalettenaft^R sediert. Alle Kinder werden im Bett in linker Seitenlage untersucht.

2. Vorbereitung der Meßvorrichtung für die Untersuchung:

Die Anschlußstellen der Sonde werden mit Silicon-spray luftdicht gemacht. Dann werden die beiden unteren Kammern über den Luerlockkonus des Druckaufnehmers auf 40 mm Hg Überdruck aufgeblasen. Dies soll verhindern, daß bei der Willkürkontraktion die Kammerwände vor Erreichen des Maximaldrucks aneinandergepreßt werden. Anschließend wird der elektrische Nullabgleich durchgeführt. Der Schreiber wird so eingestellt, daß ein Druck von 10 mm Hg auf die

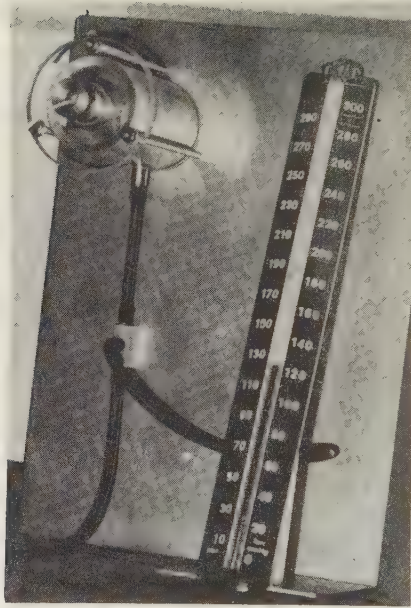


Abb. 4: Eichvorrichtung

Die Ballonsonden müssen vor Gebrauch in dem Druckzylinder links oben geeicht werden. Dazu wird der Druck stufenweise um je 10 mm Hg erhöht, was am Quecksilbermanometer abgelesen werden kann. Zur Feststellung der später gemessenen Druckwerte müssen dann diese Eichmarken herangezogen werden.

Auf der Abbildung wird gerade ein open-tip Katheter geeicht (siehe S.32)

beiden unteren Kammern einem Ausschlag von 25 mm auf dem Registrierpapier entspricht. Für die obere Kammer entsprechen 150 mm Hg einem Ausschlag von 50 mm. Die Eichung der Sonde wird in einem Druckzylinder vorgenommen, in dem stufenweise der Druck um 10 mm Hg erhöht wird. (Abb. 4)

Die Kalibrierung der Sonde in dieser Weise ist notwendig, da der Druckaufnehmer nur den Druck in der Sonde mißt (Lorber, Quigley) und nicht den Druck, der von außen auf die Sonde wirkt. Da die Elastizität der Latexkammerwand von Vordehnung und Materialbeschaffenheit abhängt, und sich dies als Faktor im Meßergebnis niederschlägt (Lorber, Quigley, Code), muß diese Eichung vor jeder Meßung erfolgen.

3. Ablauf der Untersuchung:

Zum Einführen wird die Sonde mit einem Gleitmittel bestrichen.

Die Sonde wird zuerst soweit eingeführt, daß der untere Rand der distalen Kammer mit der Anocutanlinie abschließt. Die distale Kammer liegt dann im Bereich des M.sphincter ani externus, die sich anschließende Kammer im Bereich des M.sphincter ani internus, der Dehnungsballon im Rektum.

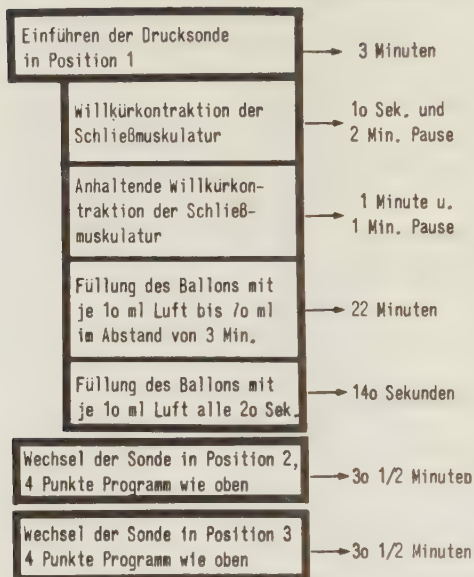
Die Sonde wird solange in Ruhe belassen, bis sich der durch das Einführen irritierte Darm beruhigt hat.

Danach wird nach dem in Tabelle 1 gezeigten Schema verfahren.

Die Lage in den Positionen zeigt Abb. 5.

- Bei der Willkürkontraktion erfolgt eine maximale Kontraktion der Schließmuskulatur für kurze Dauer (ca. 10 sec).

Programmierter Ablauf anorektaler Druckmanometrie
im Kindesalter



Tab. 1: Programmierter Ablauf einer Druckunter-
suchung mit Ballonsonde nach Willital

Lage der Sonde im Analkanal bei verschiedenen Positionen

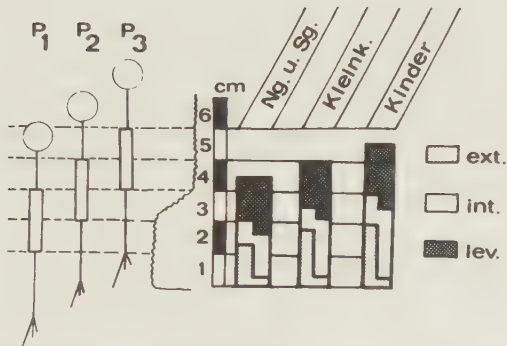


Abb. 5: Überblick über die Lage der Meßsonde bei den 3 verschiedenen Positionen.

P 1 = Position 1, P 2 = Position 2,
P 3 = Position 3

ext. = M.Sphincter externus

int.= M.Sphincter internus

lev. = Levatormuskulatur

- Bei der anhaltenden Willkürkontraktion (Haltedruck) wird die Dauer der Kontraktionsfähigkeit und der Grad des Druckabfalls in Abhängigkeit von der Zeit (60 sec) registriert.
- Bei der Dehnung des Rektums durch den Ballon durch jeweils 10 ml Luftinstillation erfolgt eine Überprüfung des Reflexverhaltens des M. sphincter ani internus in quantitativer Hinsicht.
- Bei der Schnelldehnung des Darms durch 10 ml Luftfüllung alle 10 sec wird dieses Reflexverhalten vor allem im Hinblick auf den Summationseffekt nochmals überprüft.
- Bei der Ruhelage der Sonde in Position 1, 2 und 3 wird der Ruhebinnendruck des Darms jeweils über eine Zeitdauer von 3 Minuten registriert.

Der Versuchsablauf im Hospital for Sick Children ist ähnlich (Haberkorn, Aaronson, Lawson, Lawson). Dort werden die Kammern jedoch nur soweit vorgefüllt, daß sie gerade voll entfaltet sind (persönliche Mitteilung). Einläufe und rektale Untersuchungen weniger als 12 Stunden vor der Untersuchung werden vermieden (Haberkorn, Aaronson).

Im Royal Children's Hospital in Melbourne wird ähnlich verfahren.

Die Sonde nach Schuster bleibt in der im Bild aufgezeigten Position. Schuster et al. beschränken sich darauf, die Reflexe von den M. sphincter ani internus und externus zu registrieren.

4. Vor- und Nachteile von Ballonsonden

a) Vorteile

Nach unseren persönlichen Erfahrungen mit einer Ballonsonde liegt ihr grundsätzlicher Vorteil in der nicht zu überbietenden Einfachheit der Bedienung. Zum Einführen der Sonde sind keine Hilfsmittel, die bei den Kindern Unbehagen und Angst erzeugen könnten, notwendig. Die Lage der Sonde ist leicht überprüfbar, ihre Reaktion auf kleine Bewegungen des Kindes, Sprechen, sowie auf das Anstoßen der Zuführungsschläuche bleibt minimal. Die Einfachheit des Systems bedingt auch eine relativ kurze Untersuchungsdauer.

Zur Überprüfung des Verschlusmechanismus des Anus ist die Ballonsonde besonders geeignet, da sie in der Lage ist, Bewegungen des sie umgebenden aktiven Gewebes direkt wiederzugeben. Sie vermag den "squeeze" (Kontraktionskraft) deshalb so genau zu registrieren, da sie nicht nur den Druck im Lumen, sondern auch den Druck, der durch mechanische Kompression erzeugt wird, vermittelt (Kerremans, Ritchie, Haberkorn). Für die Beurteilung der kombinierten Antwort der Sphincter ist dies unbedingt erforderlich (El-Shafie).

Die Messung der Compliance, d.h. der Druck-Volumen-Verhältnisse im Rektum, ist mit Ballonsonden leicht durchzuführen.

b) Nachteile

Die relative Dicke und Starre der Ballonsonden, wie z.B. die von Schuster verwandte, führt zu einer Irritation und mechanischen Aufdehnung des Analkanals, sodaß während des gesamten Versuchsablaufs eine relativ hohe Fremdkörperwirkung bestehen bleibt. (Chauhary, Lorber) Patienten mit irritabilem Analkanal sto-



$$V_1 > V_2$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2$$



$$\Delta V_1 / V_1 > \Delta V_2 / V_2$$

$$P_1 < P_2$$



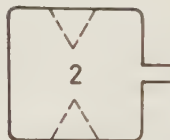
$$V_1 = V_2$$

$$\Delta V_1 < \Delta V_2$$



$$\Delta V_1 / V_1 < \Delta V_2 / V_2$$

$$P_1 < P_2$$



$$V_1 = V_2$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$\Delta V_1 / V_1 = \Delta V_2 / V_2$$

$$P_1 = P_2$$

FORMVARIANTEN VON KAMMERN UND REGISTRIERTEN
DRUCKWERTEN

Abb. 6: V = Volumen
 P = Druck

Ben die Sonde deshalb aus. Da mit der Ballonsonde nicht der Druck im Darmlumen, sondern der Druck in der Sonde gemessen wird, ist das Meßergebnis von Abmessungen, Form, Volumen und Materialbeschaffenheit der Ballons abhängig (Quigley, Code, Hightower, Lorber, Hill, Duthie).

Die Abb. 6 nach Brody zeigt diese Abhängigkeit auf. Die elastischen Eigenschaften der Ballons lassen eine lineare Aufzeichnung nicht zu (Chaudhary). Dies alles verhindert eine genaue quantitative Aussage und macht Vergleiche verschiedener Autoren unmöglich.

Da die Sonde den Nettoeffekt zwischen dem Druck im Darmlumen und dem Druck, der durch mechanische Kompression erzeugt wird, ermittelt, ohne diese beiden Faktoren zu unterscheiden, sind die Meßergebnisse schwer zu interpretieren (Kerremans, Ritchie, Chaudhary, Lorber).

Der Ballon mißt nicht den Druck an einer genau definierten Stelle, sondern die algebraische Summe aller Drucke, die auf seine Peripherie wirken (Lorber).

Schnelle Druckänderungen können wegen der Trägheit des Systems nicht registriert werden (Lorber, Code). Die mechanischen Eigenschaften begrenzen den Meßbereich der Ballonsonden (Lorber).

Eine differenzierte Ableitung der Kontinenzparameter soll wegen der starren Aneinanderreihung der Kammern nicht möglich sein (Holschneider).

Tabelle 2 zeigt Vor- und Nachteile der Ballonsonden auf.

c) Tabelle 2: Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen der Ballonsonden

VORTEILE

NACHTEILE

- | | |
|--|---|
| 1. Einfachheit der Bedienung | 1. hohe Fremdkörpereinwirkung |
| 2. unempfindlich bei geringfügigen Störungen | 2. indirekte Druckmessung |
| 3. einfache Lagekontrolle | 3. Meßergebnisse abhängig von Form, Volumen, Material |
| 4. kurze Untersuchungs-dauer | 4. schlecht zu interpretieren |
| 5. geeignet zur Messung mechanischer Kompression (squeeze) | 5. geringe Sensibilität |
| 6. Compliance-Messung möglich | 6. begrenzter Meßbereich |
| | 7. gibt intraluminellen Druck nicht genau wieder |

II. Open-tip Katheter

1. Geschichte

1883 verwendete Schreiber einen einfachen, offenen Schlauch, der an ein Wassermanometer angeschlossen war, zu Messungen in Magen und Oesophagus.

Erst 1940 baute Brody diese Methode weiter aus. Er verwendete einen luftgefüllten Blei- und Gummikatheter, der eine Spitze aus Celluloseacetat (2 cm lang mit einem inneren Durchmesser von 4 mm) besaß und an ein optisches Manometer angeschlossen war.

In Zusammenarbeit mit Quigley (1950) verfeinerte er diese Methode dahingehend, daß das Katheterlumen auf 0,4 mm verengt wurde und zur Anzeige ein Elektromanometer diente.

In den folgenden Jahren wurde die Methode von Brody und Quigley (1952), Code und Hightower (1952) und Rowlands (1953) verfeinert und den Ballonsonden gegenübergestellt.

Auch Lorber und Shay führten 1954 Messungen nach diesem Prinzip durch. Sie verwendeten unterschiedliche Kaliber der Katheter von 1 - 2,5 mm innerem Durchmesser, wobei sie die 10 F Levon-Katheter am geeignetsten fanden. Sie bauten auf die Versuchsanordnung von Quigley auf, hielten es jedoch für notwendig, die Druckaufnehmer auf Schockabsorber zu stellen, um mechanische Vibrationen auszuschalten. Um eine gleichmäßige Infusion der Katheter zu erreichen, wurde ein Garell und Garell Kymograph mit Infusionsspritzen versehen, die eine Salzlösung in einem Fluß von 2-3 ccm/h instillierten.

1956 führte Davidson mit dieser Methode simultane

Messungen im distalen Colon, Sigmoid, Rektosigmoid, sowie im oberen und unteren Rektum bei Kindern durch. Vorher waren mit dem open-tip vor allem Messungen im oberen Verdauungstrakt durchgeführt worden. Davidson unterschied phasische Wellen von kurzer Dauer in Sigma und Rektosigmoid, sowie tonische Wellen von längerer Dauer, die er vor allem im tieferen Rektum beobachtete.

1960 untersuchte Hill erstmals mit der open-tip Methode das Anorektum. Er fertigte mit verschiedenen Sonden, einem Polyäthylenkatheter mit einer seitlichen Öffnung und einem Durchmesser von 0,048 inch, der an ein Statham angeschlossen war, einem Ballon von 7 mm Durchmesser und zwei Sonden mit elektrischer Transmission nach Lambert bzw. Wetterer mit je 1 cm langen, wassergefüllten Ballons von 5 bzw. 2 mm Durchmesser eine Reihe von Druckprofilen an. Die vier Einheiten wurden mit Hilfe eines Sigmoidoskops bis in eine Höhe von 22-24 cm von der Anocutanlinie eingeführt und in Zentimeterintervallen zurückgezogen. Die Druckprofile waren je nach Sonde von unterschiedlicher Höhe, die Hochdruckzone des Anorektums von unterschiedlicher Länge.

Phillips und Edwards führten 1962 mit open-tips ihre Untersuchungen über Kontinenz und Defäkation durch. Auf Grund ihrer Ergebnisse kamen sie zu dem Schluß, daß die Kontinenz durch einen "flutter valve" Effekt erzielt wird.

Harris und Pope stellten mit ihren Arbeiten von 1964 und 1965 die Aussagekraft des open-tip im Sphincterbereich infrage. Sie stellten durch die Infusion bedingte falsch erhöhte Werte im Sphincterbereich fest. Harris und Pope vertreten die Ansicht, daß nicht ein Druck im Sphincter angezeigt wird, sondern nur der

unmittelbar davor gemessene, der dann im Sphincter im Katheter "gefangen" wird.

Duthie führt seit 1965 seine grundlegenden Arbeiten zur Physiologie von Anus und Rektum mit open-tips durch.

1969 wurden open-tips erstmals zur kinderchirurgischen Diagnostik von Schärli und Kieseewetter von der University of Pittsburgh School of Medicine eingesetzt, die seit 1967 mit open-tips gearbeitet hatten. Sie versuchten ein Kontinenzschema für Kinder, die wegen einer Analatresie operiert worden waren, auf quantitativer Basis aufzustellen, indem sie die Möglichkeiten der Ableitung aus Rektosigmoid und Rektum und die Möglichkeit der sigmoiden Stimulation ausnutzten.

Suzuki von der Tohoku University School of Medicine, Sendai, untersuchte 1970 mit differenzierten Ableitungen die chronische Obstipation bei Kindern mit M. Hirschsprung.

Holschneider vom Dr.von Haunerschen Kinderspital der Universität München erkannte die Vielfalt der Möglichkeiten, die ihm die Elektromanometrie mit open-tips zur Diagnostik der chronischen Obstipation im Kindesalter gab. Er beschränkte sich nicht nur darauf, einen M.Hirschsprung auszuschließen, sondern konnte mit seinen Untersuchungen eine Vielfalt von Funktionsstörungen unterscheiden.

2. Heute gebräuchliche Methoden

a) nach Schärli

Schärli von der Kinderchirurgischen Universitätsklinik Luzern führt seit 1967 Versuche mit der open-tip Methode durch. 1971 veröffentlichte er in seinem Buch "Angeborene Mißbildung des Rektums und Anus" (Hans Huber-Verlag Bern, Stuttgart, Wien) Ergebnisse von 123 Studien an 115 Patienten, unter denen sich anorektal gesunde Kinder, Kinder mit Analatresien, Kinder mit congenitalem Megakolon und Kinder mit chronischer Obstipation befanden.

Zur technischen Durchführung seiner Versuche verwendete er zwei Polyäthylenkatheter mit seitlicher Öffnung an der Spitze, mit einer Länge von 80cm und einem inneren Durchmesser von 2 mm, die an zwei Sanborn-Elektromanometer angeschlossen waren. Ein konstanter Fluß durch die Katheter wurde durch das Anhängen von Infusionen erreicht. Als dritte Einheit zur Druckmessung diente eine Telemeteranlage (Typ 43C Radiotranssensor mit einem Typ 435 Radioempfänger). Die Größe der Radiokapsel betrug 0,5 x 0,5 x 1,5 cm. Als Registriereinheit diente ein Beckman Dynograph R. Die Kalibrierung der drei Einheiten erfolgte durch Wasser- und Quecksilbermanometer. Zur rektalen Stimulation wurde ein Ballon von 2,5 cm Länge ins obere Rektum eingeführt. Ein feiner Polyäthylenschlauch, der zur Injektion von Wasser oder Luft diente, lag im Rektosigmoid. Der Gesamtdurchmesser aller eingelegten Schläuche betrug 0,48 cm. -Abb.7-

Anorektale Druckmessung mit open-tip
Kathetern nach Kiewewetter-Schärli



Abb. 7: Das Registriersystem: Ein offener Katheter liegt im Rektosigmoid und Anorektum, ein Telemanometer im Rektum. Der Ballon dient zur Prüfung von Reflexen.

b) nach Holschneider

Holschneider von der Kinderchirurgischen Klinik der Universitätskinderklinik München im Dr.von Haunerschen Kinderspital arbeitet seit 1972 mit open-tips. Er führte 643 Untersuchungen an 438 Patienten im Alter von 2 Stunden bis 16 Jahren durch. Das Patientengut bestand aus anorektal gesunden Kindern, Kindern mit Meningomyelocele, Kindern mit chronischer Obstipation, Kindern vor und nach Myotomie wegen Analsphinkterachalasie, Kindern mit operativ korrigierten rektoanal Fehlbildungen, Kindern mit einer Sphincterersatzplastik nach Pickrell, Kindern mit Megacolon congenitum und Früh- und Neugeborenen.

Sein Druckmeß- und -registriersystem besteht aus drei Polyvinylkathetern mit einem Durchmesser von 5 und 8 F und einer Länge von 90 cm. An der Spitze der Katheter befinden sich zwei seitliche Öffnungen. Auf eine konstante Perfusion wird verzichtet, dafür werden die Katheter gelegentlich mit geringen Mengen von H_2O gespült. Als Druckumwandler dienen Stathams; die Druckregistrierung erfolgt mit einem 1 222 - 12 -fach-Schreiber der Fa. Schwarzer. Die Registriergeschwindigkeit beträgt 1,25 mm/sec. bzw. 2,5 mm/sec. Die Kalibrierung erfolgt durch ein Gauer'sches Quecksilber-Vergleichsmanometer.

Zwei weitere Katheter dienen zur Injektion von Luft und Wasser ins Rektosigmoid bzw. zur direkten Stimulation des M.puborectalis. Im Rektum wird ein Blasen-Ballonkatheter zur Imitierung des rektalen Boluseffektes verwendet (siehe Abb. 21).

c) nach Suzuki

Suzuki von der Tohoku University School of Medicine, Sendai, veröffentlichte 1970 manometrische und cineradiographische Untersuchungen zur anorektalen Motilität bei prä- und postoperativem M.Hirschsprung. Er untersuchte 15 Kinder mit M.Hirschsprung präoperativ, 18 postoperativ und verglich diese Ergebnisse mit denen von 50 anorektal gesunden Kindern.

Er verwendet drei an der Spitze offene Polyäthylenkatheter, mit einem inneren Durchmesser von 2mm. Diese sind an drei Nihon-Koden MP-4 Druckumwandler angeschlossen. Die Registrierung erfolgt über einen Nihon-Koden WI - 180 TR Vierkanalschreiber mit einer Registriereschwindigkeit von 2 mm/sec. Ein Ballonkatheter im oberen Rektum dient zur rektalen Distension.

3. Beispiel einer anorektalen Druckuntersuchung mit open-tip Kathetern

Anhand des von uns zu Vergleichsmessungen verwandten Systems soll ein anorektales Druckmeß- und -registriersystem zur Messung mit open-tip Kathetern beschrieben werden. Ein solches System besteht aus 7 Elementen:

1. 3 opentip Katheter
2. Infusionsgerät
3. Druckaufnehmer
4. Manometersystem
5. Registriereinheit
6. 2 Stimulationskatheter
7. 1 Stimulationsballon.

Zu 1:

Verwendet wurden 3 Tip-Katheter mit seitlicher Öffnung, einem äußeren Durchmesser von 6 French und einem inneren Durchmesser von 1,1 mm, sowie einer Länge von 120 cm, die mit einer Zentimetereinteilung versehen waren.

Zu 2:

Zur Infusion wurde ein einfaches Infusionsbesteck der Fa. Braun, Melsungen verwendet, das auf geringste Tropfgeschwindigkeit eingestellt war. Dies ergab einen Durchfluß von ca. 5-6 ml/h. Diese Infusion war über einen Luerlock-Anschluß am Druckdom des Druckumwandlers angeschlossen. Die Infusion bestand aus einfacher, temperierter Kochsalzlösung.

Zu 3:

Zur Druckaufnahme wurden 3 Statham P 23 - DP verwendet. Sie arbeiten nach dem System der Dehnung von Widerstandsdrähten (strain-gauge). Die Druckaufnehmer haben je einen durchsichtigen Dom mit zwei Luerlock-Anschlüssen, von denen einer mit der Infusion, der andere mit dem Katheter verbunden ist.

Zu 4:

Als Speise- und Verstärkerinstrument wurde das Gerät M1 83 der Fa. Hellige verwendet.

Zu 5:

Registriert wurde mit einem 3 Kanal-Kompensationslinienschreiber Typ B 361 - Rikadenkie - Hellige; Papierlaufgeschwindigkeit 1 mm/sec.

Zu 6:

Zwei Cava-Katheter mit offener Spitze von 5 F Durchmesser und 90 cm Länge dienten zur Injektion von Luft und Wasser.

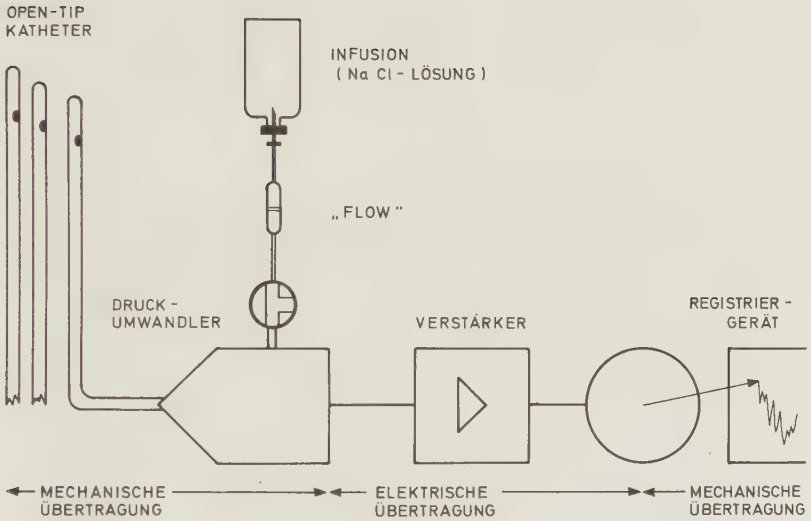


Abb. 8: Schaltschema des Anorektalen Druck-registriersystems mit open-tip-Kathetern

Zu 7:

Ein Ersatzballon zur Kindersengstakensonde von 2 cm Länge war 10 cm unterhalb der Spitze an einem der open-tip Katheter befestigt und konnte über einen Cava-Katheter aufgeblasen werden.

Die Dicke der gesamten Anordnung betrug dann 6,6 mm. (Abb. 8)

1. Vorbereitung der Kinder:

Bei allen Kindern wird zwei Stunden vor der Untersuchung der Darm mit Mikroklist^R oder Dulcolax^R gereinigt. Unruhige Kinder werden mit Truxalettsaft^R sediert. Alle Kinder werden im Bett in linker Seitenlage untersucht.

2. Vorbereitung der Meßvorrichtung für die Untersuchung:

Die Druckaufnehmer müssen bei einer Messung mit wassergefüllten open-tip Kathetern besonders erschütterungsarm gelagert werden, um Artefakte durch Schwingungen der Wasserfüllung zu vermeiden. Das System wird blasenfrei gefüllt, indem man die Hähne öffnet und die Flüssigkeit aus der Infusionsflasche schnell einfließen läßt. Nach dem Einstellen der langsamsten Infusionsgeschwindigkeit wird das System in einem Druckzylinder kalibriert (Abb.4), in dem der Druck stufenweise um 10 mm Hg erhöht wird. Dabei ist die Ausgangslage des Manometers gleichgültig. Wichtig ist nur, daß eine Druckerhöhung um 10 mm Hg vom System linear angezeigt wird. Diese Eichung ist notwendig, da die angezeigten Werte abhängig sind vom Verhältnis Membrandurchmesser des Druckumwandler

zu Durchmesser der Öffnung des Katheters und außerdem von der Dicke des Katheters und von der Lage der Öffnung beeinflusst werden (Harris und Pope, Lorber und Shay).

Der Schreiber wird so eingestellt, daß ein Druck von 1 mm Hg einen Ausschlag von einem Teilstrich auf dem Registrierpapier ergibt.

3. Zusammenstellung der Sonde:

Die Katheter werden entsprechend dem "anatomischen Alter" der Kinder (nach Shapiro) und der einzelnen Ableitungs- und Stimulationspunkte zu einer "Sonde" zusammengestellt und mit einfachen Klebebändern in ihrer Lage zueinander fixiert. Dabei kommt der Rektosigmoidal-Katheter, an dem der Ballon befestigt ist, in einer Höhe von 17-21 cm, der Rektumkatheter in einer Höhe von 3,5 - 7 cm und der Anorektalkatheter in einer Höhe von 1 - 2 cm von der Anocutanlinie zu liegen. Die beiden Stimulationskatheter werden jeweils 1 cm oberhalb der Meßöffnungen im Rektosigmoid und Rektum plaziert. Der Ballon kommt bei dieser Anordnung in einer Höhe von 7 - 11 cm zu liegen.

4. Einführen der Sonde:

Vor dem Einführen wird die "Sonde" auf Höhe des Analringes gebracht und der elektrische Nullabgleich durchgeführt. Dies ist notwendig, da durch das Gewicht der Wassersäule im Katheter bereits ein Heben oder Senken der "Sonde" als Druckänderung registriert wird. Die "Sonde" wird ohne Hilfsmittel unter digitaler Kontrolle eingelegt.

5. Versuchsablauf:

1. Beobachtung der spontanen Ruheaktivitäten, gegebenenfalls kleine Lagekorrekturen.
 2. Distension des Rektums durch stufenweise Füllung des Ballons bis 50 ml Luft.
 3. Injektion von freier Luft ins Rektosigmoid, stufenweise bis 150 ml.
 4. Aspiration der weitergeleiteten Luft aus dem Rektum.
 5. Injektion von freier Luft ins Rektum, stufenweise bis 150 ml.
 6. Aspiration von Luft aus dem Rektum.
 7. Darstellung eines Druckprofils durch zentimeterweises Zurückziehen der Katheter.
-
- Bei der Distension des Rektums erfolgt eine Überprüfung des Reflexverhaltens, insbesondere des M.sphincter ani internus durch Imitierung eines Bolus.
 - Die Injektion von freier Luft ins Rektosigmoid dient der Überprüfung der motorischen Aktivitäten von Rektosigmoid und Rektum.
 - Die Aspiration dient der quantitativen Bestimmung der Weiterleitung von Luft.
 - Die Injektion von Luft ins Rektum dient der indirekten Bestimmung der Compliance.
 - Die Aspiration der Luft aus dem Rektum soll nach Möglichkeit eine Rückkehr zur Ruhelage bewirken.
 - Das Druckprofil dient zur Feststellung der Höhe und Länge der anorektalen Druckbarriere.

Schärli gibt seinen Patienten 12 Stunden vor der Untersuchung einen kleinen Einlauf. Patienten mit großen Stuhlmassen oder chronischer Obstipation werden nicht vorbereitet, um pathologische Druckabläufe zu untersuchen. Kinder unter 5 Jahren werden mit Seconal^R bzw. Demerol^R leicht sediert.

Der Rektosigmoidalkatheter wird unter digitaler Kontrolle, seltener rektosigmoideoskopisch, bis in eine Höhe von 15 bis 20 cm von der Anocutanlinie vorgeschoben. Das Telemanometer kommt im tiefen Rektum 1,5 cm oberhalb der Puborektalisschlinge zu liegen. Der Anorektalkatheter liegt in einer Höhe von 1,5 - 3 cm oberhalb der Anocutanlinie.

Schärli beschreibt seinen Versuchsablauf wie folgt:

30-minütige Beobachtung der spontanen Ruheaktivität sowie kleine Lagekorrekturen, wenn nötig.

Stimulierung von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum durch:

- a) Injektion von 0,5 - 5 ml Wasser im Rektosigmoid, oder von 5 - 20 ml freier Luft ins Rektosigmoid oder Sigma. Die Reaktionen dienen der Beurteilung der intestinal-motorischen Aktivitäten.
- b) Akute Distension des Rektums durch einen Ballon, der mit 10 - 30 ml Luft gefüllt wird.
Dieser Test dient der Beurteilung der simultanen Reflexreaktion in Rektum und Anorektum.
- c) Zug an der Puborektalisschlinge (30 - 50 g) oder Injektion von 1/4 - 1/2 ml Wasser auf Höhe des Analringes. Daran, sowie an der Verfolgung propulsiver Wellen, die durch Injektion von Luft oder Wasser im Rektosigmoid entstanden waren, kann der Mechanismus der Defäkation studiert werden.

- d) Zentimeterweises Zurückziehen eines open-tips.
Damit kann das anorektale Druckprofil gewonnen werden.

Eine solche Untersuchung dauert 2-3 Stunden.

Bei Holschneider wird $1/2$ - 1 Stunde vor der Untersuchung der Enddarm mit Dulcolax^R oder Mikroklist^R gereinigt. Kinder unter 5 Jahren werden mit Mogadan^R - Tropfen sediert.

Das Einführen der wassergefüllten Katheter erfolgt in Rückenlage des Patienten unter digitaler Kontrolle bzw. mit Hilfe eines Darmrohrs, das über die Katheter zurückgezogen wird.

Die Katheter kommen in Höhe von 15 - 25 cm altersentsprechend im Rektosigmoid, von 5-7 cm im Rektum und 1 - 2 cm cranial der Anocutanlinie im Anorektum zu liegen.

Das Untersuchungsprogramm besteht aus 5 Punkten:

1. Beobachtung der spontanen Ruheaktivität.
2. Direkte Stimulierung des M.Puborektalis durch Injektion von 0,1 - 0,2 ml Wasser.
3. Distension des Rektums durch einen Ballon (5-30 ml).
4. Stimulierung des Rektosigmoids mit Luft (5-30 ml) oder Wasser (5 - 20 ml).
5. Darstellung des anorektalen Druckprofiles durch langsames Zurückziehen der im Rektum und Rektosigmoid gelegenen druckregistrierenden Katheter.

Suzuki plaziert seine Katheter durchwegs im Rektum und zwar in 6 - 8,5 cm, 4 - 5,5 cm und 2 - 2,5 cm Höhe von der Anocutanlinie.

Nach dem Einführen der Katheter wird der Ruhedruck gemessen. Spontanaktivitäten und gastrocolischer Reflex wird durch Injektion von kleinen Mengen physiologischer Kochsalzlösung ins Rektum oder durch Trinken von kaltem Wasser oder Milch ausgelöst.

Der Dehnungsballon wird mit 20 - 30 ml Luft gefüllt, um das Verhalten des Anorektums zu studieren.

Sedativa werden nur nach Bedarf gegeben.

4. Vor- und Nachteile der open-tip Katheter

a) Vorteile

Open-tip Katheter geben weitgehend die tatsächlichen physiologischen Druckverhältnisse im Darm wieder (Kerremans, Lorber, Connell, Holschneider, Ritchie). Sie werden durch Bewegungen der Darmwände sowie durch Falten derselben nicht beeinflusst.

Die geringen Abmessungen begrenzen die Fremdkörperwirkung (Chaudhary, Holschneider, Connell, Lorber).

Die genaue Wiedergabe macht die Meßergebnisse einer genauen quantitativen Analyse zugänglich (Lorber, Chaudhary). Die relative Konstanz der Werte ermöglicht einen Vergleich verschiedener Messungen (Holschneider, Chaudhary, Lorber). Ein Vergleich verschiedener Autoren wird möglich.

Wassergefüllte open-tips vermögen schnelle Druckschwankungen aufzunehmen (Lorber, Code, Chaudhary, Holschneider).

Sie besitzen eine große Meßgenauigkeit über einen weiten Meßbereich (Lorber).

Es werden Drucke von einer genau definierten Stelle wiedergegeben (Lorber).

Der entscheidende Vorteil der Elektromanometrie mit

open-tip Kathetern liegt in der Möglichkeit der differenzierten Ableitung verschiedener Parameter von Kontinenz und Defäkation durch Variation der Ableitungs-orte gemäß dem anatomischen Alter (Holschneider, Zeiser, Riedl). Sie läßt ferner neben der Imitation eines Boluseffektes durch den Ballon auch eine direkte Stimulation durch freie Luft und Wasser zu.

b) Nachteile

Die Handhabung von open-tip Kathetern erfordert eine gewisse Geschicklichkeit des Untersuchers bei Vorbereitung, beim Einführen und bei der Überwachung.

Die open-tips sind äußerst empfindlich auf Erschütterungen und kleinste Bewegungen, da die Wasserfüllung des Meßsystems leicht zum Schwingen kommt. Dies erfordert ein unbedingtes Stillhalten der Kinder.

Die leichte Verschieblichkeit der Katheter erfordert häufige Korrekturen, was einen großen Zeitaufwand für die Einzelmessung bedingt (Holschneider).

Da die Öffnungen durch Stuhlpartikel und Schleimhaut oft völlig oder teilweise verstopft werden, ist eine ständige Kontrolle notwendig (Lorber, Connell, Holschneider, Chaudhary). Eine teilweise Blockierung der Öffnungen kann unter Umständen übersehen werden und so zu falschen Interpretationen führen. Dies stellte Connell anhand eines Versuches, bei dem zwei Open-tip Katheter im Abstand von 15 mm plaziert waren, fest. Dabei zeigten die Katheter unterschiedliche Meßwerte an (Connell).

Wegen der Gefahr des Verstopfens ist eine ständige Perfusion oder zumindest eine gelegentliche Spülung der Katheter notwendig (Harris, Holschneider, Kerremans). Geringe Mengen Wasser können zur Reflexirritation und zur Beeinflussung des Ruhezustandes führen.

(Kerremans) Bei Kindern mit operierten Analatresien und Kindern mit Colostomien kann es dadurch bereits zur Auslösung propulsiver Wellen mit Ausstoßung der Sonde kommen (38, Zeiser/Riedl). Bei längerer Untersuchungsdauer kann auch der Sphincter-Basaldruck verändert werden (Zeiser/Riedl).

Open-tips können eine Kontraktion nicht von einer passiven Füllung unterscheiden. Eine inkonstante Perfusion wird als Druckschwankung registriert. Open-tips sind kein Indikator für die Bewegungen der sie umgebenden aktiven Gewebe und können so den "squeeze" im Sphincterbereich nicht genau wiedergeben (46, 61). Harris und Fope (30,31) streiten den open-tips die Fähigkeit ab, die Sphincterkompetenz zu messen. Gemeint ist dabei die Fähigkeit des Sphincterapparates, einer Defäkation entgegenzuwirken. Im Sphincterbereich kommt es zum Rückstau der Perfusionsflüssigkeit und somit zu falsch erhöhten Werten. Beim Zurückziehen der Katheter in den Sphincterbereich kommt es zu keiner weiteren Druckerhöhung mehr. Angezeigt wird nur der direkt vor dem Sphincter gemessene Wert (30,31).

Da das open-tip nur den lokalen Druck mißt, kann die kombinierte Sphincterantwort, bestehend aus einer Druck- und einer Krafterhöhung, nicht wiedergegeben werden (23).

Die Compliance kann nur rechnerisch und in einem kleinen Bereich durch Einblasen freier Luft erhalten werden (38).

Tabelle 3 zeigt Vor- und Nachteile von open-tip Kathetern bei der anorektalen Manometrie auf.

c) Tabelle 3: Bewertung von open-tip Kathetern

VORTEILE	NACHTEILE
1. geringe Fremdkörperwirkung	1. komplizierte Handhabung
2. hohe Sensibilität	2. lange Untersuchungsdauer
3. großer Meßbereich	3. Reflexirritation durch "flow" bzw. Spülen
4. differenzierte Ableitungen möglich	4. ungeeignet zur Messung mechanischer Kompression ("squeeze")
5. direkte Stimulation möglich	5. Compliancemesung nur bedingt möglich
6. genaue Wiedergabe des intraluminellen Drucks	6. hohe Störanfälligkeit

III. Gegenüberstellung von open-tip Katheter und Ballonsonde

Welche der beiden Methoden die meisten Vorteile bietet, kann nur unter klinischen Aspekten beurteilt werden. Denn keine der beiden Methoden vermag ein komplettes Bild der viszeralen Motilität zu vermitteln (Ritchie). Ballonsonden erfordern den geringsten Aufwand bei der Bedienung.

Eine Sonde nach Schuster vermag jedoch außer der Internusrelaxation und der gleichzeitigen Kontraktion des Externus keine weiteren Parameter der anorektosigmoidalen Funktionen zu erfassen. Dies ermöglicht jedoch eine Treffsicherheit bei der Beurteilung des congenitalen Megacolons von 100 % gegenüber dem "idiopathischen Megacolon". (Tobon) Unberücksichtigt bleibt das anorektale Druckprofil; der M. puborektalis und das Rektum können nicht beurteilt werden. Die variable Lage des M. sphincter ani internus bei Analatresien kann nicht erfaßt werden (Holschneider).

Die Sonde nach Lawson und Nixon ermöglicht neben der genauen Beurteilung des Anorektums auch eine des Rektums, da die Sonde in verschiedene Positionen gebracht werden kann und eine Druckmessung auch durch den Distensionsballon möglich ist. Damit ist auch der M. puborektalis in die Untersuchung mit einbezogen. Ein einfaches anorektales Druckprofil kann angefertigt werden. Durch den Distensionsballon kann direkt die Adaptationsreaktion und die Compliance gemessen werden, bis hin zu hohen und kritischen Volumina. Der im Ballon gemessene Druck kann, wie Arhan, Ihre und Eisner zeigen, nach Abzug der Eigencompliance als direktes Maß für die Spannung der Rektalwand genommen werden.

Die motorischen Aktivitäten von Rektosigmoid und oberem Rektum bleiben bei der Untersuchung unberücksichtigt; der Verlauf von Wellen kann nicht verfolgt werden. Eine Stimulation kann nur durch den Ballon und damit im Rektum erfolgen. Das Kontinenzverhalten auf flüssigen Stuhl und Gas kann nicht untersucht werden. Feinere Kontinenzmechanismen können also nicht beurteilt werden, Kinder mit "automatischem Rektum" stoßen die Sonde bei Aufblasen des Ballons aus. (Siehe Untersuchungen zur Kontinenzlage Seite 162).

Eine Untersuchung mit open-tips ist zeitraubend und kompliziert. Wegen der hohen Störanfälligkeit erfordern sie eine sorgfältige Vorbereitung und Handhabung, sowie eine ständige Überprüfung. Da zusätzliche Katheter zur Stimulation eingeführt werden müssen, geht der Vorteil geringer Dicke weitgehend verloren.

Dem stehen vielfältige Möglichkeiten von Funktionsprüfungen gegenüber. Es können genaue Aufzeichnungen der motorischen Aktivitäten von Rektosigmoid und Rektum angefertigt werden. Dies ermöglicht eine Erfassung der wichtigsten Parameter anorektosigmoidaler Aktivitäten. Dies sind das Auftreten von Wellen in Ruhe und nach Stimulation durch Luft oder Wasser, die Adaptionsreaktion, die Kontinenzreaktionen, die reflektorische Puborektalkontraktion, der induzierbare Defäkationsreflex, die anorektalen Fluktuationen, das anorektale Druckprofil und die Internusrelaxation (Holschneider). Die Compliance für geringe Luftmengen kann berechnet werden. Größere Mengen Luft entweichen entweder als Flatus oder ins Sigma.

Daher ist der open-tip Methode, trotz aller Nachteile, für die Routinediagnostik in der Klinik der Vorzug gegenüber den Ballonsonden zu geben, denn sie erlaubt eine Differentialdiagnose der Defäkationsstörungen über

M.Hirschsprung hinaus. Ideal wäre eine Sonde, die so einfach zu handhaben ist wie eine Ballonsonde und auch deren gute Eigenschaften bei der Registrierung von Sphinkteraktivitäten besitzt, andererseits in Rektum und Rektosigmoid die Vorzüge der open-tip Katheter, sowie umfangreiche Stimulationsmöglichkeiten bietet.

IV. Direkte Druckmessung mit elektrischen Miniaturaufnehmern

Zur Erzielung einer hohen Treffsicherheit bei der anorektalen Manometrie ist die benutzte Ableitungstechnik von großer Wichtigkeit (Holschneider). Versuche von Ritchie ergaben, daß eine Kombination von Ballon und open-tip Aufzeichnungen ergeben, mit denen man die motorischen Aktivitäten des Darms voll analysieren kann (Ritchie).

Wir haben es deshalb unternommen, eine neue Ableitungsmethode zu entwickeln, die die guten Eigenschaften von Ballonsonde und open-tip kombiniert.

1. Geschichte

Schon 1950 versuchte Quigley Fehler, die durch mechanische Übertragungssysteme entstehen, zu vermeiden, indem er einen elektromagnetischen Druckumwandler zur Ableitung intestinaler Bewegungen benutzte. Der Aufnehmer hatte an der Spitze eine Spule, die zwei Arme einer Induktionsbrücke bildete. Druckänderungen bewirkten eine Lageänderung des Eisenkerns, sodaß es zu Spannungsänderungen kam. Über einen Draht wurden die elektrischen Schwankungen anstelle von Druck registriert. Die Anordnung war 3 x 20 mm groß.

1967 und 1969 veröffentlichten Collins et al. Ergebnisse von Messungen mit Kraftaufnehmern im Anorektum. 1967 verwendeten sie einen zeppelinförmigen Käfig mit einem maximalen Durchmesser von 3 mm und einer Länge von 1 cm. Über eine Halbleiterbrücke, die mit einem Stab des Käfigs verbunden war, konnte jeder radiale "squeeze" auf den Käfig als Widerstandsänderung gemessen werden. 1969 wurde ein Mehrfach-Kraftaufnehmer verwendet. Er bestand aus einem Messingkern von 1 mm Durchmesser, an welchem vier Messingscheiben von 5 mm Durchmesser montiert waren, aus denen 16 Edelstahlarme herausragten. Jeder Arm war mit einer Halbleiterbrücke verbunden (Typ 1 A - 4 - 35 OP, Ether Ltd.). Die Aufnehmer waren in 90 ° Intervallen an den Scheiben angebracht, die 1 cm auseinanderlagen. Die Gesamtlänge der Anordnung betrug 4 cm. Collins et al. versuchten damit den Schlingeneffekt des M.puborektalis zu untersuchen.

1968 benutzte Howard Spannungsmeßsonden zur Untersuchung von Kindern während der Neugeborenenzeit. Er verwendet sein "strain gauge - system" wegen dessen extremer Empfindlichkeit, um rhythmische Aktivitäten

im Sphincterbereich von Neugeborenen mit sehr niedrigen Drucken zu finden.

Wankling stellte 1968 eine Sonde vor, mit der die Kraft und elektrische Aktivitäten gemessen werden können. Diese Methode griff Taylor 1973 auf, um objektive Werte der Kontinenzlage von Kindern mit operierten analen Mißbildungen zu erhalten.

2. Heute gebräuchliche Methoden

a) nach Howard 1968

Howard verwendet Silikonhalbleiterbrücken (Ether Ltd), welche mit einem 0,08 mm dicken Beryllium-Kupfer-Streifen von 12 x 2 mm verbunden sind. Ein kleiner Ballon ist so an der Spitze der Einheit befestigt, daß er später ca. 5 cm von der Anocutanlinie entfernt zu liegen kommt und zur Stimulation verwendet werden kann. Die Kalibrierung erfolgt in einem Druckzylinder. Dabei wird bei verschiedenen Drucken mit einer Wheatstoneschen Brücke die Widerstandsänderung gemessen. Aufgezeichnet wird mit einem Offner EEG.

Die Sonde ist so konstruiert, daß der Druck im Analkanal und im Rektum gemessen werden kann, ohne daß die Sonde bewegt werden muß.

b) nach Wankling 1968

Taylor (1973) verwendet die Methode nach Wankling zur Kraftmessung im Analkanal von operierten Kindern.

Die Sonde besteht aus einer Halbleiterbrücke zwischen zwei Elektroden (Abb. 9).

SONDE NACH WANKLING

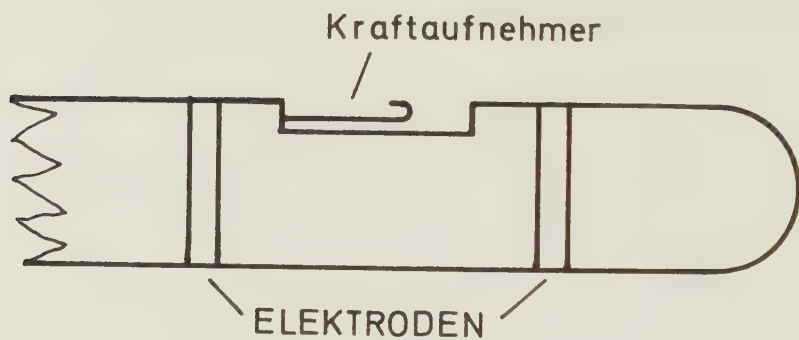


Abb. 9: Skizze der Sonde, die 1968 von Wankling vorgestellt wurde.

c) Erlanger Methode

Seit 1974 führen wir an der Kinderchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen Untersuchungen mit Tip-Manometern durch. Ausgewertet sind bis jetzt 81 Untersuchungen an 66 Kindern.

Verwendet werden drei doppelumige 6 F Tip-Katheter, an deren Spitze sich ein druckempfindliches Element befindet. Die Katheter sind mit einer Zentimetereinteilung versehen.

An einem der Katheter wurde zusätzlich 9 cm unterhalb der Spitze ein Ballon von 2 cm Länge befestigt. Er kann über einen 5 F Cava-Katheter aufgeblasen werden.

3. Beispiel einer anorektalen Druckuntersuchung mit Tip-Manometern

Die Meßkette für eine Katheteruntersuchung mit Tip-Manometern besteht aus drei Elementen:

1. 3 Tip-Manometer, eines davon mit Stimulationsballon
2. Verstärker
3. Registriereinheit

(Abb. 10)

zu 1:

Verwendet werden die Tip-Manometer der Fa. Edwards Laboratories, Edslab Modell 96 - 120 - 6 F. Dabei handelt es sich um einen doppelumigen Katheter, an dessen Spitze ein druckempfindliches Element eingebaut ist. Dieser Druckumwandler besteht aus zwei 5 mm



Abb. 10: Schaltschema des anorektalen Druck-
registriersystems mit Tip-Manometern

langen piezoresistiven Halbleiterelementen, die parallel zur Katheterachse montiert sind. Sie sind so angebracht, daß bei Druckexposition ein Element unter Zug steht und seinen Widerstand erhöht, während das andere unter Druck steht und seinen Widerstand erniedrigt. Die elektrische Konfiguration der Elemente kann als halbe Dehnungsmeßbrücke bezeichnet werden. Eine Lumenöffnung liegt 10 mm hinter der Katheterspitze und dient zur Injektion von freier Luft oder Wasser in den Darm.

Der Hersteller gibt folgende technische Angaben:

Spitze des Katheters	7F ($\hat{=}$ 2,33 mm)
Katheterkörper	6F ($\hat{=}$ 2 mm)
gebrauchsfähige Länge	120 cm
Ausgangsspannung	1 mV/mm Hg
Druckbereich	- 15 mm Hg bis + 300 mm Hg
Genauigkeit	$\pm$ 2 % des vollen Meßbereichs

Der Katheterkörper verformt sich bei Körpertemperatur und paßt sich so den anatomischen Gegebenheiten an.

An einem der Katheter ist 9 cm unterhalb der Spitze ein 2 cm langer Ballon (Ersatzballon der Firma Willy Rüschi zur Kindersengstakensonde) befestigt. Er wird über einen 90 cm langen 5F Cava-Katheter aufgeblasen.

- Abb. 11 -

zu 2:

Als Speise- und Verstärkerinstrument wird das Modell 9600 Druckverstärker der Firma Edwards verwendet. An diesem Verstärker kann ein Kalibrierungsfaktor eingestellt werden, der jedem Tip-Manometer mitgegeben wird, so daß ein Ausgangssignal von 1 mV/mmHg sichergestellt ist. (siehe Abb. 12)

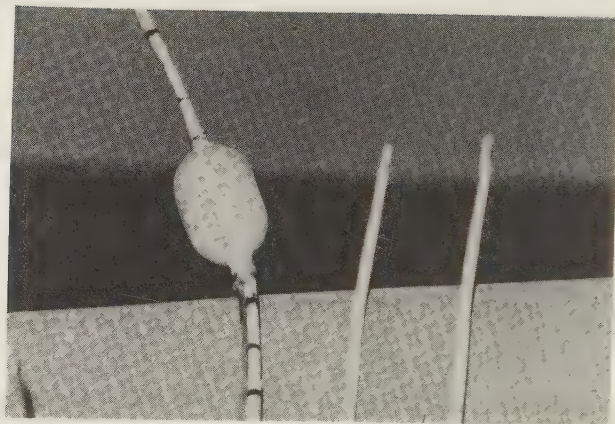


Abb. 11: Tip-Manometer

Der Durchmesser der Katheterspitze beträgt 7F, der des Körpers 6F. Einer der Katheter ist mit einer Zentimetereinteilung versehen. An ihm ist 9 cm unterhalb der Spitze ein 2 cm langer Ballon (Ersatzballon der Fa. Willy Rüscher zur Kindersengstakensonde) befestigt. Er wird über einen 90 cm langen, 5F Cava-Katheter aufgeblasen.

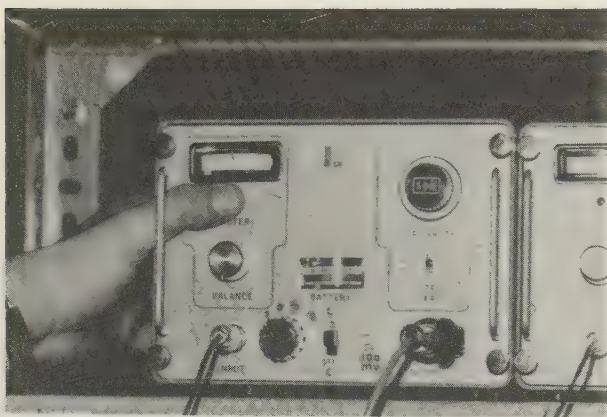


Abb. 12: Speise- und Verstärkerinstrument
(Modell 9600 Druckverstärker der Fa. Edwards)

Durch Druck auf den Knopf "METER" wird auf der Skala die Abweichung des Katheters vom relativen Nullpunkt angezeigt. Durch Drehen des Knopfes "BALANCE" kann die elektrische Brücke verstellt und so der Nullabgleich durchgeführt werden.

Auf der rechten Seite ist der Drehknopf "CALIBRATE" zu sehen. Er dient der Einstellung des jedem Tip-Manometer beigegebenen Kalibrierungsfaktors. In diesem Falle ist im Sichtfenster die Zahl 506 zu erkennen. Der darunter liegende Druckknopf "OUTPUT ZERO" dient zur Erzeugung eines elektrischen Nullsignals. In der Mitte des Gerätes ist eine Anzeige "BATTERY" zu sehen, die den Ladezustand der Batterie angibt.

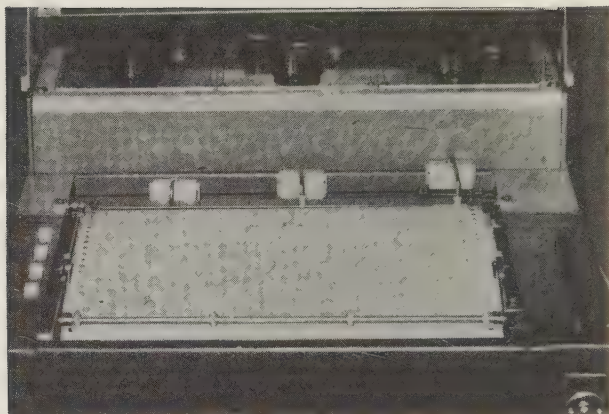


Abb. 1): Registriereinheit
(Typ 361 - Rikadenkie-Hellige)

Nullpunkt und Zeigerausschlag können für jeden Kanal gesondert eingestellt werden.

Die Registriergeschwindigkeit beträgt 1 mm/sec. Die Kurven werden von rechts nach links geschrieben.

zu 3:

Zur Registrierung wird ein 3-Kanal-Kompensationslinienschreiber Typ D 361 - Rikandenkie-Hellige verwendet. Die Papierlaufgeschwindigkeit beträgt 1 mm/sec. (Siehe Abb. 13)

Die Kurven werden von rechts nach links gelesen. Gleichzeitige Ereignisse liegen von Ableitung zu Ableitung 3 mm auseinander. Ableitung III liegt also 6 mm hinter Ableitung I.

Untersuchungsmodus

1. Vorbereitung der Kinder für die Untersuchung:

Bei allen Kindern wird zwei Stunden vor der Untersuchung der Darm mit Mikrolist^R oder Einlauf gereinigt. Obstipierte Kinder, deren Darm mit großen Stuhlmassen impaktiert ist, erhalten am Tag zuvor Reinigungseinläufe (innerhalb von 24 Std. 3 mal). Unruhige Kinder werden mit Truxalettensaft^R (1 mg/kg) oder Valium (Säuglinge 2-4 mg i.v., Kleinkinder 3-6 mg i.v., Schulkin- der 5-10 mg i.v.) sediert.

2. Vorbereitung der Meßvorrichtung für die Untersuchung:

- a) Einstellung des bei den Kathetern angegebenen Kalibrierungsfaktors an den Verstärkern (siehe Abb. 14)
- b) Nullabgleich

Dazu werden die Katheterspitzen 1 cm tief in $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$ warmes Wasser getaucht, wo sie zum Temperaturengleich verbleiben (siehe Abb. 15). Dann wird das Abgleichpotentiometer am Gerät auf Null eingestellt (siehe Abb. 12)

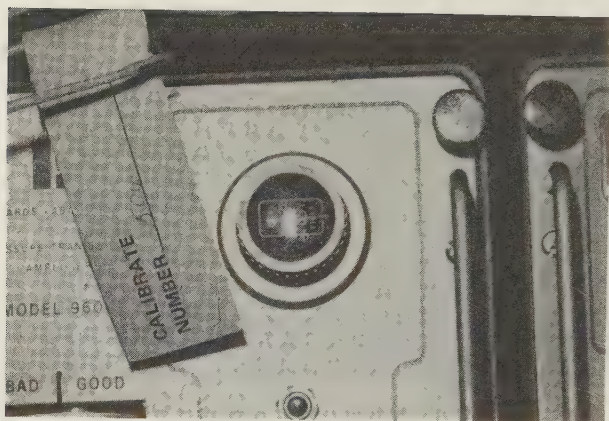


Abb. 14: Einstellung des Kalibrierungsfaktors

Am Tip-Manometer ist eine Papierfahne mit der Aufschrift "CALIBRATE NUMBER" sowie einer Zahl, hier 506, befestigt. Diese Zahl wird am Knopf "CALIBRATE" des Verstärkers eingestellt.

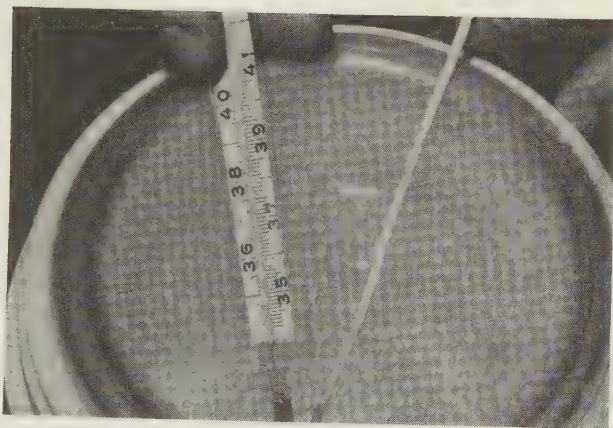


Abb. 15: Temperaturausgleich des Katheters

Zur Durchführung des Nullabgleichs muß die Katheterspitze eine Weile in ein $37 \pm 5^\circ \text{C}$ warmes Wasser getaucht werden.

- c) Der Schreiber wird am Kanal I auf die Linie Nr. 7, am Kanal II auf Linie Nr. 3,5 und am Kanal III auf Linie Nr. 0,5 des Registrierpapiers eingestellt. Die Empfindlichkeit des Schreibers wird so gewählt, daß auf Kanal I und II ein Druck von 10 mmHg einen Ausschlag von 10 Teilstrichen des Registrierpapiers ergibt. Bei Kanal III ergibt ein Druck von 50 mmHg einen Ausschlag von 10 Teilstrichen.

3. Zusammenstellung der Sonde für die Untersuchung:
(siehe Abb. 16)

Die Katheter werden entsprechend dem Alter der Kinder (54) und der einzelnen Ableitungs- und Stimulationspunkte zu einer Sonde zusammengestellt und mit einfachen Klebebändern in ihrer Lage zueinander fixiert. Dabei kommt der Rektosigmoidalkatheter (Kanal I), an dem der Ballon befestigt ist, in einer Höhe von 17-21 cm, der Rektalkatheter (Kanal II) in einer Höhe von 3,5 - 7 cm und der Anorektalkatheter (Kanal III) in einer Höhe von 1 - 2 cm von der Anokutanlinie zu liegen. Der Ballon liegt bei dieser Anordnung in einer Höhe von 7-11 cm. Die Katheter liegen so zueinander, daß die druckempfindlichen Elemente senkrecht zum Nachbar-katheter stehen. Der maximale Durchmesser der "Sonde" beträgt ca. 4 mm.

4. Einführen der Sonde:

Vor dem Einführen werden die Katheter, insbesondere jedoch der Ballon, mit Gleitmittel bestrichen. Zur Erleichterung des Einführens wird in das Lumen des Rektosigmoidalkatheters ein Stahldraht (Guider) eingeführt. Dieser Guider wird bis maximal 12 cm im Katheter belassen, danach herausgezogen und die Son-

LAGE DER SONDEN GEMÄSS DEM ALTER

(ANATOMIE NACH SCHAPIRO)

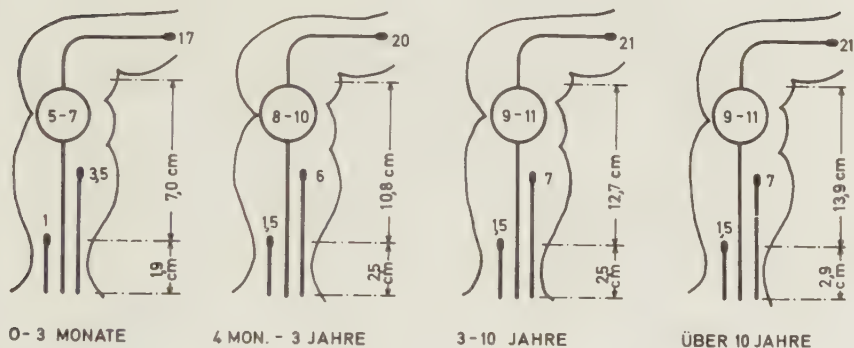


Abb. 16: Lage der einzelnen Ableitungspunkte der Sonde, gemäß dem sog. "anatomischen Alter" nach Schapiro

de wird frei vorgeschoben. Damit wird eine Irritation des Anorektums weitgehend vermieden. Bei starkem Widerstand gegen das Einführen werden die Kinder aufgefordert, wie zum Stuhlgang zu pressen bis die Druckbarriere überwunden ist.

5. Versuchsablauf:

- | | |
|---|----------------|
| 1. a) Beruhigung des Darmes abwarten | individuell |
| b) Lagekontrolle durch kurzen Hustenstoß | verschieden |
| 2. Messen des Ruhedrucks (alle Katheter) | 3 Min. |
| 3. Stimulierung des Rektums durch den Ballon: | |
| a) Füllung des Ballons mit je 10 ml Luft bis 50 ml, alle 30 Sec. (Katheter I) | 2 Min. 30 Sec. |
| danach akutes Entleeren des Ballons nach | 30 Sec. |
| Pause | 1 Min. |
| b) Füllung des Ballons mit je 10 ml Luft bis 50 ml, alle 10 Sec. | 50 Sec. |
| akute Entleerung nach | 30 Sec. |
| Pause | 1 Min. |
| c) akute Füllung des Ballons mit 50 ml Luft | |
| akute Entleerung nach | 30 Sec. |
| Pause | 1 Min. |
| 4. Lagekontrolle | |
| 5. Stimulierung des Sigmas durch Injektion von freier Luft (Katheter I) | |

- | | |
|--|----------------|
| a) Injektion von je 10 ml Luft bis
50 ml alle 30 Sec. | 2 Min. 30 Sec. |
| Pause | |
| b) Injektion von je 10 ml Luft bis
50 ml alle 10 Sec. | 50 Sec. |
| Pause | |
| | 30 Sec. |
| c) Injektionen von 50 ml Luft akut | |
| Pause | |
| | 30 Sec. |
| d) Aspiration von Luft aus dem Rektum | 1 Min. |
6. Stimulierung des Rektums durch Injektion
von freier Luft
Programm wie bei (4) (Katheter II) 5 Min. 50 Sec.
7. Anorektales Druckprofil 10 Min.

52 Min. 40 Sec.
=====

Erläuterungen zum Versuchsablauf:

zu 1:

Durch das Einführen der Sonde werden Anorektum, Rektum und Rektosigmoid irritiert (12, 15, 26, 27); gelegentlich verkrampfen sich die Kinder auch. Beim Husten wird die Bauchpresse betätigt. Es kommt dabei zu einer reflektorischen Kontraktion des Kontinenzapparates (17, 41).

Ein Druckanstieg in allen drei Ableitungen zeigt die richtige Lage der Katheter und ein Funktionieren der Druckelemente an.

zu 2:

Der Ruhedruck wird als Basislinie genommen.

zu 3:

Durch Füllung des Ballons mit Luft wird das Rektum mechanisch gedehnt und ein Bolus simuliert. Es kommt zu einer Relaxation des M.sphincter ani internus. Dies dient der Überprüfung des Reflexverhaltens des M.sphincter ani internus. Aus dem akuten Entleeren des Ballons resultiert eine Kontinenzreaktion (1, 39, 40, 43). Dies dient zur Überprüfung des M.puborektalis und sphincter ani externus.

zu 4:

Bei der Lagekontrolle wird die richtige Lage der Anokutanmarke an der Sonde überprüft. Dabei wird die perianale Haut berührt, wodurch der Anokutan-Reflex ausgelöst wird. Dies dient der Prüfung der Sensibilität im Analkanal (16, 41, 58, 59, 60, 61 et al.). Da es durch die Füllung des Ballons des öfteren zu einer Verschiebung der Sonde kommt, ist die Lagekontrolle nach Versuchsablauf Nr. 3 unbedingt erforderlich.

zu 5:

Durch die Injektion von freier Luft ins Sigma sollen ankommende Gasmengen bzw. Druckwellen simuliert werden. Durch die Anzeigen von Rektal- und Anorektalkatheter kann die Fortleitung dieser Luft verfolgt werden (28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 55, 56, 57). Durch Aspiration aus dem Rektum kann das Volumen der fortgeleiteten Luft quantitativ bestimmt werden.

Zu 6:

Überprüfung des Reflexverhaltens des M.sphincter ani internus (Relaxation) und der Kontinenz (Kontraktion von M.sphincter ani externus und M.puborektalis) (28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 55, 56, 57), sowie Compliance-Messung (28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).

Die Compliance ist die plastische Adaption des Rektums an ein verändertes Volumen und läßt sich durch die Zuordnung des Druckablaufs zu den zugeführten Volumina messen (18, 19).

zu 7:

Beim Druckprofil werden die Aktivitäten in verschiedenen Höhen des Sigmas und Rektums gemessen, sowie die Höhe und Länge der anorektalen Widerstandsbarriere bestimmt. Ab Beginn dieser Barriere wird die Höhe der maximalen Willkürkontraktion gemessen.

Der Versuchsablauf wird im Kapitel "Untersuchungsergebnisse" anhand von Beispielen genauer erläutert.

Zur direkten Messung der Rektum-Compliance über den Ballon haben wir einen Druckdom konstruiert (Abb.17). Dieser besitzt zwei Luerlock-Anschlüsse. Der eine dient dem Anschluß des Ballonkatheters, der andere dem Einblasen von Luft. Als Druckaufnehmer dient ein Tip-Manometer, dessen Spitze durch eine Druckmanschette im Dom zu liegen kommt. Diese Anordnung wurde nicht routinemäßig verwendet. Ergebnisse werden an anderer Stelle veröffentlicht.

4. Vor- und Nachteile der Tip-Manometer

a) Vorteile

Eine Untersuchung mit Tip-Manometern ist außerordentlich einfach durchzuführen und erfordert keinen großen Zeitaufwand. Durch die einfache elektrische Kalibrierung sind Eichfehler praktisch nicht möglich, da eine zusätzliche Eichung in einem Druckzylinder nicht notwendig ist. Für das Einführen sind keine zusätzlichen Instrumente nötig, die das Anorektum un-

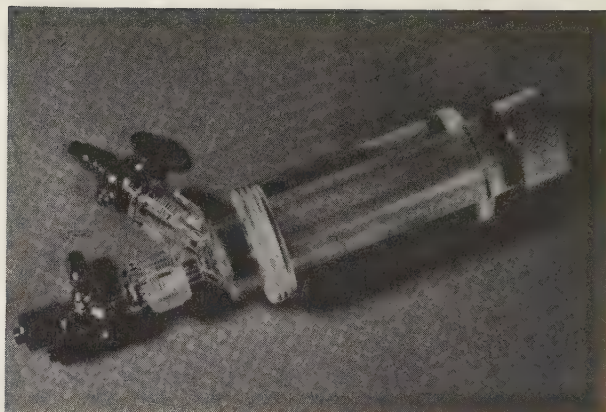


Abb. 17: Druckzylinder

Mit Hilfe dieses Zylinders kann die Compliance über den Ballon gemessen werden. Dazu wird rechts ein Tip-Manometer eingeführt und mit einer Schraubquetschung abgedichtet. An dem Hahn links unten kann der Ballon über den Cava-Katheter angeschlossen werden. Der nach oben gerichtete Hahn dient der Luftinstillation in den Ballon.

Vor Messung der Compliance auf diese Weise muß die Eigencompliance des Ballons bestimmt werden. Dies geschieht durch Instillation von jeweils 10 ml Luft, bis 50 ml Luft. Gleichzeitig wird die daraus resultierende Druckerhöhung im Ballon gemessen. Diese Werte sollen bei der Messung der Rektumcompliance abgezogen werden.

nötig aufdehnen und damit irritieren würden. Die verformbaren Katheter verursachen den Kindern keine unangenehmen Sensationen. Die meisten Kinder spüren die Sonde nach einiger Zeit überhaupt nicht mehr. Dies ist auch dadurch bedingt, daß keine zusätzlichen Stimulationskatheter benötigt werden, die den Vorteil geringer Abmessung und damit geringer Fremdkörperwirkung wieder aufheben würden. Die Katheter sind wenig anfällig für Störungen. Sie besitzen eine hohe Sensibilität und einen großen Meßbereich.

Der Hauptvorteil der Tip-Manometer besteht darin, daß der Druck direkt an seinem Entstehungsort gemessen wird und dadurch Fehler, die durch mechanische Übertragung bedingt sind, vermieden werden. Sie spiegeln dadurch die tatsächlichen physiologischen Gegebenheiten wieder, sodaß die Meßergebnisse einer quantitativen Analyse zugänglich sind.

Durch die Anordnung der drucksensiblen Elemente ist es möglich, den "squeeze" im Sphinkterbereich zu erfassen. Die Flächen der Elemente liegen den Wänden des Analkanals an und vermögen deshalb Bewegungen des sie umgebenden aktiven Gewebes wiederzugeben (Zeiser, Riedl).

Die Variabilität der Sonde ermöglicht differenzierte Ableitungs- und Stimulationsmöglichkeiten.

Die Compliance kann indirekt und mit Zusatzanordnung direkt gemessen werden.

b) Nachteile

Die von uns verwendeten Katheter werden vom Hersteller zum einmaligen Gebrauch angeboten. Sie können jedoch bei sorgfältiger Behandlung und Lagerung nach unserer Erfahrung bis zu 25 x verwendet werden (Abb.18).

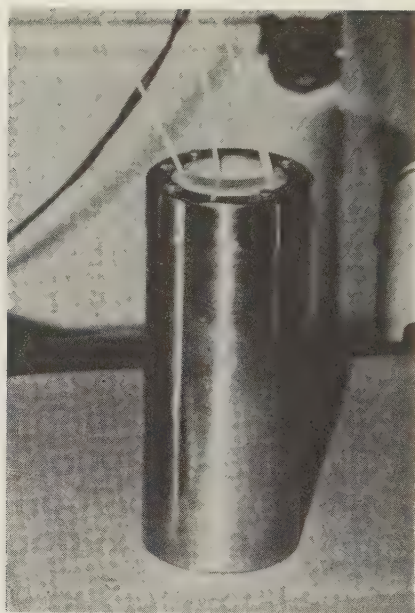


Abb. 18: Aufbewahrungsbehälter der Tip-Manometer

Die Katheter, die vom Hersteller zum einmaligen Gebrauch bestimmt sind, können durch sorgfältige Lagerung bis zu 25 mal verwendet werden. Zur kühlen, trockenen und dunklen Aufbewahrung dient dieses Metallgefäß.

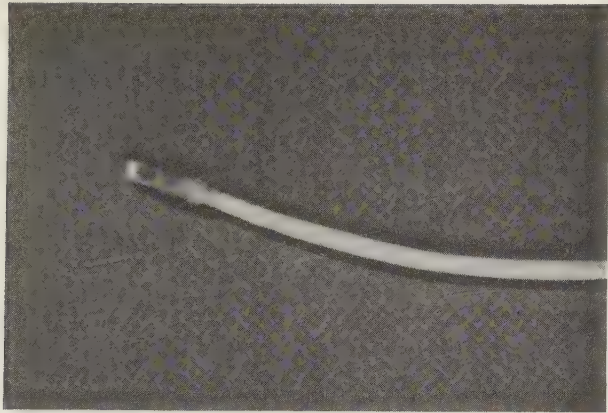


Abb. 19: Defekter Katheter

In den meisten Fällen wurde der Katheter durch das Zerreißen der Latexmembran unbrauchbar. Auf der Abbildung sind die freiliegenden Elektroden und die zurückgeschobene Membran zu sehen.

Trotzdem - es werden ja jeweils drei Katheter benötigt - führt der Verschleiß (Abb. 19) zu hohen Kosten für die Einzelmessung.

Für die Messung selbst ist der Umstand, daß die Stimulationsöffnung seitlich unterhalb des Meßelementes liegt, eventuell von Nachteil. Bei der zu schnellen Injektion von Luft oder Wasser kann es durch einen Rückstoßeffekt zu Artefakten kommen.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über Vor- und Nachteile von Tip-Manometern.

V. Experimenteller Vergleich von Ballonsonde, open-tip Katheter und Tip-Manometer

Um die Sensibilität der einzelnen Methoden: Ballonsonde, open-tip Katheter und Tip-Manometer zu demonstrieren, haben wir einen einfachen Test durchgeführt. Dabei wurden ein Stathamelement und ein open-tip Katheter in unserem Druckzylinder kalibriert und ein Tip-Manometer vorbereitet. An das Stathamelement wurde die Kammer II unserer Ballonsonde angeschlossen. Sodann wurden die drei Einheiten in eine Flasche eingebracht, die verschlossen und dann unter Druck gesetzt werden konnte. Abbildung 20 zeigt das Ergebnis:

Tip-Manometer und open-tip zeigten in etwa gleich an; das open-tip scheint auf unsere schnellen Druckerhöhungen überschiekend zu reagieren. Der Wassertropfen an seiner Spitze mußte kontrolliert werden.

Die Ballonsonde, mit 40 mm Hg Luft vorgefüllt, zeigt, obwohl das Stathamelement geeicht war, wesentlich geringere Werte an. Dies zeigt die Notwendigkeit einer eigenen Kalibrierung der Ballonsonden.

Eine Zusammenstellung der heute gebräuchlichen Druckmeßsysteme gibt Abb. 21.

c) Tabelle 4: Eigenschaften von Tip-Manometern

VORTEILE

NACHTEILE

- | | |
|--|--|
| 1. Einfachheit der Bedienung | 1. Hoher Verschleiß |
| 2. Kurze Untersuchungsdauer | 2. Stimulationsöffnung
seitlich unterhalb des
Meßelementes |
| 3. geringe Fremdkörperwirkung | |
| 4. geringe Störanfälligkeit | |
| 5. hohe Sensibilität | |
| 6. großer Meßbereich | |
| 7. direkte Druckmessung | |
| 8. keine mechanische Übertragung | |
| 9. geeignet zur Messung mechan. Kompression
(squeeze) | |
| 10. direkte Stimulation möglich | |
| 11. differenzierte Ableitung
möglich | |
| 12. indirekte und direkte Compliance-
Messung möglich | |

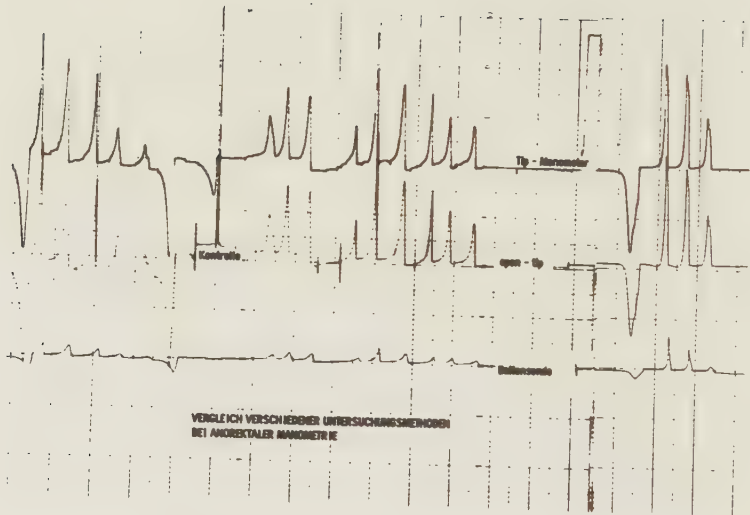
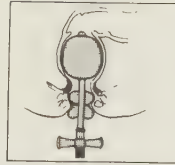


Abb. 20: Vergleich verschiedener Untersuchungsmethoden bei anorektaler Manometrie.
Erklärung siehe Text.

DRUCKMESS - SYSTEME

BALLONSONDE

Schuster 1963

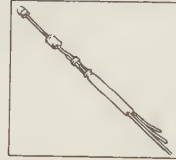


BALLONSONDE

Lawson

Nixon 1967 / 70

Willital

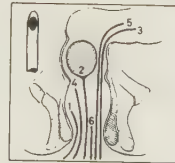


OPEN-TIP-KATHETER

Kiesewetter

Schärli 1967 / 72

Holschneider



ERLANGER MODELL Tip Manometer

1974

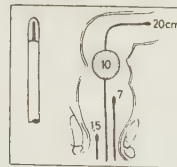


Abb. 21: Die Abbildung zeigt einen Überblick über die heute gebräuchlichen Druckmeß-Systeme.

VJ. Diskussion

Unter klinischen Aspekten vereint das Tip-Manometer die Vorteile von Ballonsonden und open-tips.

Der Aufwand, den die Bedienung des Tip-Manometers erfordert, ist nicht höher als der für Ballonsonden notwendige. Darüberhinaus stehen Ableitungsmöglichkeiten wie beim open_tip zur Verfügung, ohne dessen Störanfälligkeit in Kauf nehmen zu müssen.

Tip-Manometer erlauben die genaue Aufzeichnung der motorischen Aktivitäten von Rektosigmoid und Rektum. Sie vermitteln nicht nur den Druck im Lumen, sondern auch den Druck, der durch mechanische Kompression erzeugt wird. Dies macht eine Fülle wichtiger Parameter von Kontinenz und Defäkation genauer Aufzeichnung zugänglich. Dabei fällt eine Großzahl von möglichen systemischen Fehlern weg.

Gemessen werden können Fluktuationen und Wellen in Rektosigmoid und Rektum in Ruhe und nach Stimulation durch Luft oder Wasser, die Adaptionreaktion, die Deflationsreaktion, die Kontinenzreaktionen, die Internusrelaxation, anorektale Fluktuationen, der Boluseffekt, quantitativ die Weiterleitung von Luft aus dem Rektosigmoid ins Rektum, die indirekte und direkte Compliance, das anorektale Druckprofil, sowie Kontraktionskraft und Haltedruck der Sphinkteren.

Die anorektosigmoidale Katheteruntersuchung mit Tip-Manometern ermöglicht vielfältige Aussagen über die Physiologie und Pathophysiologie des Enddarmes. Dies berechtigt zu einem breiteren Einsatz dieser Methode in der Klinik.

C. Vermeidung von Fehlern bei der anorektalen

Manometrie

Die anorektale Manometrie ist eine Untersuchung, die bei Nichtbeachtung einiger wichtiger Punkte leicht zu fehlerhaften Ergebnissen und Fehlinterpretationen führen kann (Willital).

Systematische Fehler, die durch die Sonden und technischen Einrichtungen bedingt sind, wurden weitgehend im Kapitel "Techniken" abgehandelt. Hier soll im wesentlichen auf Fehler, die bei der Vorbereitung der Kinder, bei der Untersuchung und bei der Auswertung gemacht werden können, eingegangen werden.

1. Vorbereitung der Kinder:

a) Reinigung

Es ist umstritten, ob und wie der Enddarm der Patienten vor der Untersuchung gereinigt werden soll (65, 66) 67, 38, 1).

Wir sind der Meinung, daß eine Reinigung vor der Untersuchung unbedingt erforderlich ist. Dazu müssen folgende Überlegungen angestellt werden:

Stuhl in Rektum und Rektosigmoid beeinflusst das Reflexverhalten des Anorektums (Misner). Das gefüllte Sigma selbst zeigt erhöhte Aktivitäten, die ins Rektum fortgeleitet werden. Das Anorektum zeigt ein den Wellen im Rektum inverses Verhalten (Lawson). Vom Füllungszustand in Rektum und Rektosigmoid hängt die Höhe des anorektalen Druckprofils ab. Wir fanden regelmäßig nach der Stimulation des Rektosigmoids mit

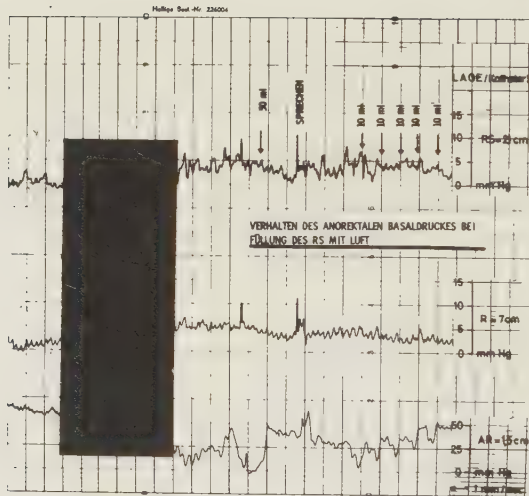


Abb. 22: Die in das Rektosigmoid instillierte freie Luft wurde in das Rektum weitergeleitet und führte dort zu einem Druckanstieg. Der anorektale Basaldruck sinkt dadurch ab. Erst nach dem Absaugen der instillierten Luft aus dem Rektum kehrt der anorektale Basaldruck auf seinen ursprünglichen Wert zurück. Der anorektale Basaldruck ist also abhängig vom Füllungszustand von Rektosigmoid und Rektum. Ein leeres Rektosigmoid und Rektum sind deshalb Voraussetzung für vergleichbare Messungen.

Bei "Sprechen" kann das reflektorische Verhalten des Anorektums auf intraabdominelle Druckerhöhungen beobachtet werden (Kontinenzreaktion).

150 ml Luft ein Persistieren des Anorektums auf erniedrigtem Level (Abb. 22) mit Wiederanstieg nach Aspiration der Luft aus dem Rektum. Eine Vordehnung von Rektosigmoid und Rektum wird also den M. sphincter ani internus partiell inhibieren, so daß eine weitere Stimulation durch den Untersucher zu keiner adäquaten Antwort führen kann. Im ungünstigsten Fall wird der M. sphincter ani internus total inhibiert und kann so eine Sphincteranalasie vortäuschen. Nach intensiverer Stimulation kann es zur Defäkation kommen, was zum Abbruch der Untersuchung führen würde, oder aber das Kind versucht dies zu unterdrücken und wird so unruhig, daß deshalb die Untersuchung abgebrochen werden muß. Geringe Mengen Stuhl in Rektum und Rektosigmoid induzieren, ähnlich wie geringe Mengen H_2O und Luft beim Versuch, Wellenaktivitäten, die eine genaue Beurteilung der Stimulation durch den Untersucher verhindern. (Abb. 23)

Nur durch die vorhergehende Reinigung ist eine vergleichbare Ausgangslage gewährleistet.

Der Enddarm sollte möglichst schonend und frühzeitig gereinigt werden. Dabei sollte berücksichtigt werden, daß große Reinigungseinsläufe den Darm nachhaltig irritieren, Medikamente wie z.B. Dulcolax^R aber direkten Einfluß auf die Motorik haben. Es kann deshalb schwer unterschieden werden zwischen Irritation oder pharmakologischer Wirkung und spontaner Aktivität.

Es sollte auch nicht vergessen werden, die im Enddarm gereinigten Kinder vor der Untersuchung urinieren zu lassen, um eine Reflexirritation der Beckenbodenmuskulatur durch evtl. auftretenden Harndrang zu vermeiden (Zeiser, Riedl). (Abb. 24)

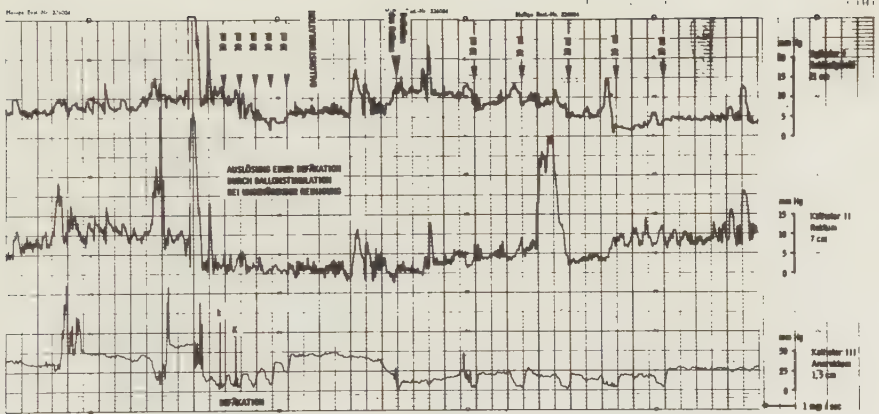


Abb. 23: Stuhl im Rektum beeinflusst dessen Motilität und die Reaktionen im Anorektum. Bei K werden die Anstrengungen des Kindes sichtbar, eine Defäkation zu verhindern. (Kontinenzreaktion)

Bei "deflation des Ballons" kann im Anorektum eine Deflationsreaktion beobachtet werden.

Abb. 24

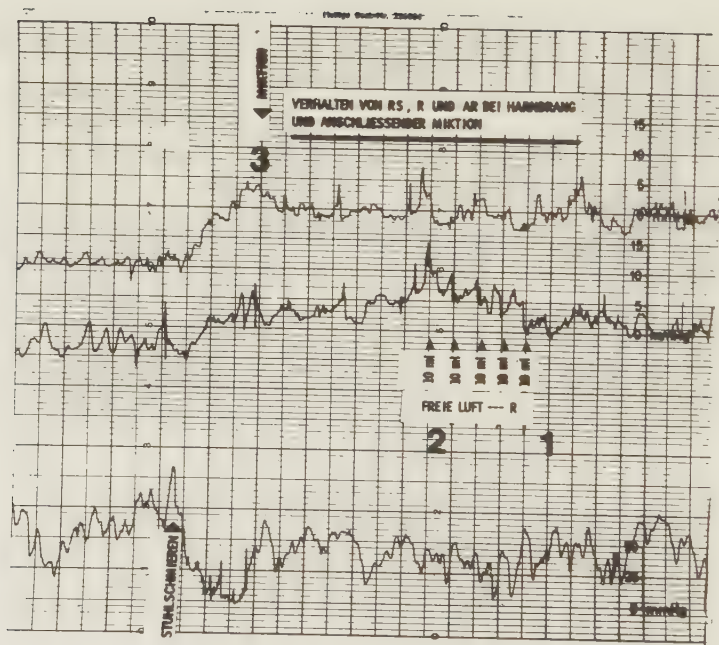


Abb. 24: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Harndrang und anschließender Miktion

- 1) Beachte die gehäuft auftretenden, tiefen Spontanrelaxationen im Anorektum. Insgesamt unruhiger Kurvenverlauf.
- 2) Bei der Instillation von je 10 ml freier Luft alle 10 sec. ins Rektum werden die jeweils zuzuordnenden Relaxationen im Anorektum von Kontinenzreaktionen überlagert.
- 3) Bei der Miktion kommt es zu einem Druckabfall in Rektosigmoid und Rektum. Im Anorektum ist für die Dauer der Miktion eine tiefe Relaxation zu beobachten. Beachte auch die sich anschließende steile Kontinenzreaktion.

Gleichzeitig mit der Miktion trat Stuhlschmieren auf, so daß auch eine ungenügende Reinigung des Darms angenommen werden muß.

b) Beruhigung der Kinder

Der direkte Einfluß der Psyche auf die Darmmotilität ist bei Kindern noch nicht untersucht worden. Die Arbeiten von Angel et al. 1974 zeigen jedoch, daß auch der M.sphincter ani internus psychisch, wenn auch unbewußt, beeinflusbar ist. Die Reaktion des M.sphincter ani internus hängt also weitgehend von der emotionalen Lage der Kinder ab. Dies rechtfertigt eine Sedierung unruhiger und ängstlicher Kinder. Schärli und Holschneider beschreiben keine wesentliche Abnahme der Darmaktivitäten nach Sedierung. Werden die Kinder nicht sediert, führt ihre Unruhe durch Betätigung der Bauchpresse zu abnormen Druckschwankungen in allen drei Ableitungen, so daß normales Reflexverhalten maskiert wird.

c) Tageszeit

Der gastrocolische Reflex führt postprandial zu erhöhten Aktivitäten im Rektosigmoid (Chaudhary). Dies kann gelegentlich zu Stuhldrang und bei Kleinkindern zur Defäkation führen. Dieser Zeitpunkt ist für eine Untersuchung nicht geeignet.

Die Einschlafphase ist gekennzeichnet durch eine Abnahme der spontanen Aktivitäten im Rektosigmoid, die dann beim Schlafenden deutlich vermindert sind. Beim Aufwachen werden zunächst vermehrte Aktivitäten registriert, die später auf normale Wachaktivitäten zurückkehren (Rosenblum et al.). Bei einer Untersuchung in der "Schlafzeit" von Kindern ist dies zu berücksichtigen, um Fehlinterpretationen über Sigmaaktivitäten auszuschließen.

2. Untersuchungsablauf

a) Einführen der Sonde

Beim Einführen der Sonde sollte eine übermäßige Irritation des Analkanals vermieden werden. Die Sonden müssen unverschieblich in ihre genaue Lage gebracht werden. Ein ständiges Herausrutschen der Sonden ist immer suspekt auf eine Abknickung, bzw. bei Ballonsonden auf Stuhl im Rektum. Bei der Lagebeurteilung der Darmkatheter sollte man bedenken, daß es sich bei der Lageangabe nur um relative Werte handelt. Der Bezugs- punkt Anocutanlinie ist keine genaue Marke. Besonders bei erweitertem Rektum und Rektosigmoid liegt der Rektosigmoidalkatheter nicht unbedingt in der angenommenen Höhe, sondern u.U. schräg, so daß die tatsächliche Höhe wesentlich niedriger ist.

b) Ruhewert

Man sollte dem Darm genügend Zeit geben, in eine Ruhelage zurückzukehren. Aaronson nennt als den häufigsten Grund für eine falsch negative Reflexantwort die ungenügende Beruhigung des Anorektums.

c) Ballonstimulation

Besonders bei der Stimulation durch den Ballon kann es zu einem Verrutschen der Sonde kommen. Dies führt evtl. zu einer falsch positiven Reflexantwort (Aaronson). Das Einblasen von freier Luft in Rektosigmoid und Rektum muß deshalb auf jeden Fall zur Kontrolle durchgeführt werden.

Ein Druckanstieg oder - abfall in Rektum und Rektosigmoid muß nicht notwendigerweise auf lokale Reaktionen zurückzuführen sein, sondern kann Ausdruck einer mechanischen Verlagerung der Katheter durch den aufgeblasenen Ballon sein.

d) Freie Luft ins Rektum und Rektosigmoid

Das open-tip zeigt gelegentlich nach Einspritzen freier Luft eine nachfolgend wesentlich erhöhte Basallinie an. Vergleichsmessungen mit einem 1 cm davon entfernt liegenden Tip-Manometer ergaben, daß dies im wesentlichen durch direkte Beeinträchtigung des open-tips und nicht unbedingt auf eine lokale Reaktion zurückzuführen sein muß.

Das Tip-Manometer kann eine Reaktion vortäuschen durch den Rückstoßeffect, den das Einblasen von Luft verursacht. Als Wellen auf Stimulation sollten nur solche gewertet werden, die auch im Rektum angezeigt werden.

e) Druckprofil

Bei der Bewertung des Druckprofils, das am Ende der Untersuchung angefertigt wird, muß das Volumen von Luft und H_2O berücksichtigt werden, das nach der Stimulation in Rektosigmoid und Rektum zurückgeblieben ist.

3. Auswertung

Untersuchungen im Enddarm sollten immer unter standardisierten Bedingungen durchgeführt werden. Nur so ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse möglich und werden Irrtümer bei der Interpretation vermieden. Die hauptsächliche Schwierigkeit bei der anorektalen Manometrie liegt in der Auswertung der Kurven. Solange nur M.Hirschsprung untersucht wurde, waren nur wenige Kriterien zu beachten. Mit der fortschreitenden Verfeinerung der Techniken und dem dadurch erweiterten Spektrum von Diagnosemöglichkeiten wuchs auch die Anzahl der zu beachtenden Parameter.

Aaronson z.B. unterscheidet nur zwischen gesunden Kindern, Kindern mit pathologischem Reflexverhalten und Kindern mit L.Hirschsprung. Die Darmkatheteruntersuchung öffnet die Möglichkeit, die Genese von Erkrankungen definitiv zu erfassen, wo bisher nur vage Begriffe standen.

Dies bringt jedoch weitere mögliche Fehlerquellen mit sich. Die quantitative Analyse wird durch die breite Streuung der Normalwerte erschwert (Arhan). Ein gleiches Krankheitsbild, wie z.B. die Sphincterachalasie, kann ein erhöhtes, ein normales oder ein erniedrigtes anorektales Druckprofil zeigen. Die Analyse der auftretenden Sigma- und Rektumwellen ist wegen der schwierigen Zuordnung teilweise nur grob möglich. Vorerst ist die Auswertung noch weitgehend optisch, d.h. sie unterliegt nicht faßbaren Erfahrungswerten. Der Untersucher muß optisch eingearbeitet sein, um Artefakte, die bei dieser Untersuchung gewöhnlich auftreten (Connell), von tatsächlicher Funktionsstörung unterscheiden zu können.

Wir haben versucht, objektive Parameter mit Hilfe der Computerauswertung zu erhalten, wie es schon Misiewicz tat. Vorerst liegen jedoch noch keine brauchbaren Ergebnisse vor (Willital).

D. Ergebnisse der anorektalen Manometrie

I. Normale physiologische Verhältnisse

1. Physiologie

Obwohl Sigmoid, Rektum und Anorektum einer Untersuchung leicht zugänglich sind, sind unsere Kenntnisse über Sigma- und Rektumaktivität, sowie über Kontinenz und Defäkation keineswegs ausreichend. Die Interpretation der meist manometrisch gewonnenen Erkenntnisse ist oft widersprüchlich und läßt viele Fragen offen. Im folgenden soll deshalb auf das wesentliche eingegangen werden, ohne die verschiedenen Theorien zu interpretieren.

Im Rektosigmoid werden Wellen von längerer Dauer, niedrigerer Frequenz und höherer Amplitude als im Rektum registriert (Connell). Es scheint sich um eine Kräfteballance zwischen einem Druckgradienten nach aboral und einem Frequenzgradienten nach oral zu handeln. Die von Templeton und Lawson (1931) aufgestellte Unterteilung der Wellen in drei Typen (siehe Abb. 27) ist nicht immer möglich. Deshalb hat Schärli 1971 vorgeschlagen, die Wellen in propulsive - von oral nach aboral verlaufende - und in segmentale zu unterteilen.

Durch den Frequenzgradienten nach oral ist das Rektum im Ruhezustand leer. Der Eintritt von Faeces ins Rektum verursacht sensorische Stimulation in Rektum und Beckenboden und wird als Völlegefühl erkannt. Die Fähigkeit der plastischen Adaption bewirkt, daß Volumenschwankungen im Rektum beim Eintritt von Luft

oder Faeces aus dem Sigmoid nicht zu hohen Druckschwankungen führen. Die Kontinenz bleibt deshalb ungefährdet. Das Verhältnis Druck/Volumen, die Compliance, ermöglicht es deshalb, Aussagen über die Kontinenz zu machen.

Alle Untersucher stimmen überein, daß der Analkanal eine Hochdruckzone bildet, deren Spitze etwa 2 cm oberhalb der Anocutanlinie liegt. Da sich bei paralyisiertem M.sphincter externus der Ruhedruck nicht ändert, ist wahrscheinlich der M.sphincter ani internus zum größten Teil dafür verantwortlich (Duthie).

Bei rektaler Dehnung vermindert sich der Druck in 2-3 cm oberhalb der Anocutanlinie; gleichzeitig ist eine Zunahme der EMG-Aktivitäten des M.sphincter ani externus zu erkennen (alle Autoren). Die Druckminderung reicht aus, um Rektuminhalt soweit in den Analkanal gelangen zu lassen, daß die dort gelegene sensorische Zone feststellen kann, ob es sich um Gas, Flüssigkeit oder festen Stuhl handelt (Duthie). Abb. 25 zeigt die anorektale Schließmuskulatur, Abb. 26 zeigt die für Defäkation und Kontinenz notwendige neurale Versorgung.

2. Manometrische Ergebnisse anderer Autoren

1. Rektosigmoid

Hierbei soll vor allem auf die Ergebnisse eingegangen werden, die bei der gleichzeitigen Aufzeichnung von Aktivitäten in Rektosigmoid, Rektum und Anorektum gewonnen wurden. Bisher haben nur Kiesewetter und Schärli, Schärli und Holschneider solche Untersuchungen bei Kindern durchgeführt.

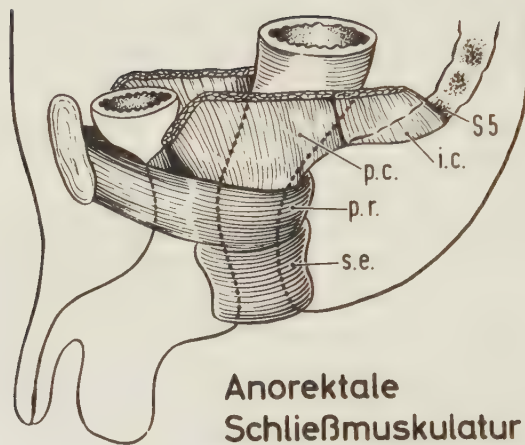
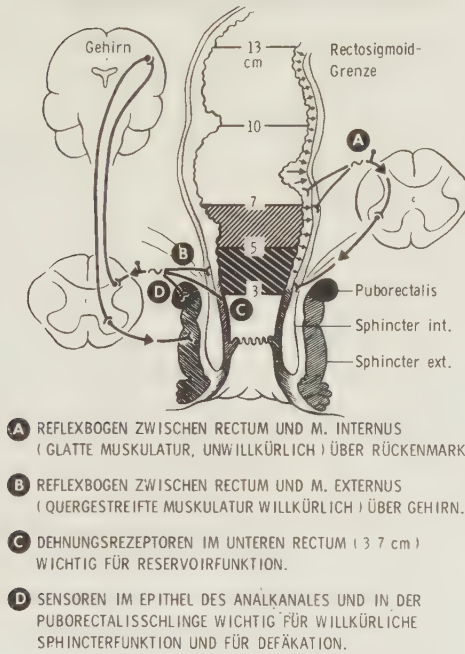


Abb. 25: Überblick über die für die Kontinenz wichtigen Muskelemente

- S 5 = 5. Sakralwirbel
- S e = M.sphincter externus
- p.r = M.pubo-rectalis
- p.c = M.pubo-coccygens
- i.c = M.ileo - coccygens

MECHANISMUS DER KONTINENZ UND DER DEFÄKATION



ANATOMIE IM KLEINKINDESALTER

Abb. 26: Mechanismus der Kontinenz und der Defäkation

Holschneider fand einen Ruhedruck von 4 ± 2 mm Hg. Hochfrequente Aktivitäten mit einer Amplitude von 1-2 mm Hg, einer Dauer von 1-2 sec und einer Frequenz von 25/min bestimmen das Ruhebild. Langsame segmentale Kontraktionen von 1/2 min. Dauer und einer Amplitude von 7 mm Hg treten unregelmäßig auf. Phasen großer Aktivitäten wechseln sich mit Phasen geringerer Aktivitäten ab. In 24 % der Fälle konnten Wellen in Gruppen beobachtet werden, die eine Frequenz von ca. 2/min aufwiesen. Propulsionen waren sehr selten. Schärli mißt dem Ruhedruck keine Bedeutung zu, da er von Individuum zu Individuum schwankt. Er fand das Rektosigmoid in 1/6 der Untersuchungszeit in Ruhe. Bei der Stimulation mit 10 - 15 ml freier Luft im Rektosigmoid ergaben sich in 65 % der Fälle bei Schärli und in 63 % bei Holschneider segmentale Kontraktionen. Schärli gibt eine Dauer von 5-15 sec und eine Amplitude von 5-10 mm Hg an. Holschneider fand eine Amplitude von $5 \pm 2,5$ und eine Dauer von 10 ± 5 sec. In 25 % der Fälle bei Schärli und in 33 % bei Holschneider blieb die Basallinie erhöht. Sie kehrt, laut Schärli, in 1/2 - 1 min auf den Nullwert zurück. Während Schärli nur in 15 % der Fälle propulsive Wellen auslösen konnte, gelang dies Holschneider in 32 %. Er gibt dafür eine Amplitude von 3- 15 mm Hg und eine Dauer von 5 - 30 sec an.

2. Rektum

Im Rektum fand Holschneider mit open-tip einen Binnendruck von $7,5 \pm 2,5$ mm Hg, Schärli mit open-tip 7,6 mm Hg (5-11 mm Hg), Arhan mit Ballonsonde $6,96 \pm 2$ cm H₂O (ca. $6,33 \pm 1,8$ mm Hg), Lawson, ebenfalls mit Ballonsonde, 6 - 13 cm H₂O (ca. 5,45 - 11,8 mm Hg). Lawson und Kerremans fanden aufgesetzte kleine Puls-

und Atmungsfluktuationen. Holschneider gibt eine Frequenz von 25/min, eine Höhe von 1-2 mm Hg und eine Dauer von 1-2 sec für diese Fluktuationen an. Wellen konnte Aaronson nur in 13 % normaler Kinder finden, Holschneider in 40 % und Schärli doppelt so häufig wie im Rektosigmoid. Die Dauer geben Holschneider mit 15 sec und Kerremans mit 29,7 sec an, die Amplitude beträgt bei Holschneider 5 ± 2 mm Hg, bei Kerremans 4,35 mm Hg.

Als normale Compliance fanden Holschneider 5-7 ml/mm Hg und Eisner 2,5 - 10 ml/mm Hg.

Bei Stimulation mit dem Ballon wird übereinstimmend eine segmentale Kontraktion beschrieben, deren Dauer Aaronson mit 15 - 20 sec und Howard mit 12-20 sec beschreiben. Die Höhe der Welle ist nach Arhan $5,75 \pm 0,8$ cm H₂O (ca. $5,23 \pm 0,72$ mm Hg). Die Basallinie bleibt erhöht, um nach ca. 1 min (Holschneider) bzw. 1/2 - 2 min (Schärli) auf den Ausgangswert zurückzukehren.

Bei wiederholter Dehnung beschreibt Schärli einen insgesamt Anstieg der Basallinie.

In 5 % der Fälle von Schärli wird durch diese Stimulation eine propulsive Welle ausgelöst. Holschneider findet dies in 10 % der Fälle; als Dauer gibt er 10 ± 5 sec an.

Holschneider beschreibt, daß in 32 % der Fälle der Injektion von Luft ins Rektosigmoid im Rektum ein Druckanstieg von ca. 16 mm Hg, gefolgt von einem Abfall von 30 - 90 sec Dauer zu beobachtet war. In 60 % folgte auf die Wellen eine Adaptionsreaktion.

3. Anorektum

Der Hochdruckzone des Analkanals wird von Holschneider eine Höhe von ca. 15 mm Hg, gemessen in 1-3 cm oberhalb der Anocutanlinie, zugeschrieben.

Aaronson und Lawson fanden eine durchschnittliche Höhe von 38 cm H₂O, nennen jedoch einen Bereich von 32-58 cm H₂O. Howard hält jeden Druck über 30 cm H₂O für normal. Willital gibt Werte je nach Alter für 1 cm Höhe von $18,6 \pm 3,8$ mm Hg bis $30,0 \pm 6,8$ und für 2 cm Höhe von $16,7 \pm 2,9$ bis $23,8 \pm 6,1$ mm Hg an.

Arhan schreibt dem M.sphincter ani externus $56,8 \pm 14$ cm H₂O und dem M.sphincter ani internus $50,6 \pm 6$ cm H₂O zu. Eisner mißt im M.sphincter ani internus einen Druck von 45-65 mm Hg. Schärli findet einen Ruhedruck, der 10-30 mm Hg über dem Rektumdruck liegt. Der höchste Ruhedruck war ca. 25 mm Hg (20-34 mm Hg).

Die fluktuierenden Wellen des Anorektums mißt Holschneider mit einer Amplitude von 1,5 - 5 mm Hg, einer Dauer von 3 sec und einer Frequenz von 12-16/min. Er registriert alle 30 - 80 sec eine Spontanrelaxation von 5 ± 2 mm Hg und einer Dauer von 5 ± 2 sec. Diese Fluktuation wird auch von Aaronson, Lawson und Howard beschrieben.

Aaronson stellt eine Frequenz von 10 - 13/min und einer Amplitude von 8 - 14 cm H₂O fest, Lawson findet eine Frequenz von 10 - 13/min und Howard von 12 - 20/min. Schärli beschreibt Wellen von 2 - 5 mm Hg Höhe. Sie werden alle 5 - 14 Wellen oder 40 - 70 sec von einer 3 - 8 mm Hg tiefen Relaxation unterbrochen.

Die Stimulation mit dem Ballon verursacht eine Relaxation des M.sphincter ani internus, die von allen Autoren beschrieben wird.

Aaronson sieht diesen Effekt bei 10 - 25 ml Luft; er bewirkt einen Druckabfall von 15-20 cm H₂O. Die Dauer der Relaxation entspricht der Dauer der induzierten Rektumwelle. Während der Stimulation wird die Aktivität des Internus inhibiert. Ab 25-150 ml, je nach Alter, bleibt der M.sphincter ani internus unterdrückt und auch der M.sphincter ani externus erschlafft. Schnelle Fluktuationen versuchen den Ballon auszustoßen. Wird der Ballon entleert, so kehrt der M.sphincter ani internus zu seiner ursprünglichen Rhythmik zurück. Diese kann dann auch verstärkt sein. In 65 % der Fälle liegt der Druck dann über dem Ruhedruck.

Von Alva, Arhan, Eisner, Lawson und Holschneider wird beschrieben, daß die Relaxation direkt proportional dem Distensionsvolumen ist. Sie beobachteten auch, daß ab einem gewissen Schwellenwert der M.sphincter ani internus total inhibiert wird. Der M.sphincter ani externus wird erst nach weiterer Erhöhung des Distensionsvolumens inhibiert.

Arhan weist darauf hin, daß die Relaxation zwar direkt proportional dem Distensionsvolumen sind, daß die Antwort jedoch von Individuum zu Individuum schwankt. Selbst im Verlauf einer Untersuchung können auf gleiche Volumina unterschiedliche Relaxationen folgen. Eisner registriert die Relaxation 2-3 sec nach Stimulation mit einem Druckabfall um 15-40 mm Hg.

Lawson stellt fest, daß vor der Relaxation erst ein Druckanstieg zu vermerken ist. Dann kommt es zu einer Relaxation von 16-38 cm H₂O. Nach mehreren Füllungen kehrt der Druck langsamer und auf einen höheren Wert zurück und zeigt überschließende rhythmische Wellen. Bei der Stimulation stellt Lawson wie Alva, Schnauffer, Howard, Schärli, u.a. erst einen Druckanstieg im Externusbereich fest.

Wird der M.sphincter ani internus beim kritischen Volumen inhibiert, so zeigt er dafür langsame Wellen. Bei der Deflation kommt es zu einem Druckanstieg in Externus und Internus. Den langsamen Wellen sind rhythmische Fluktuationen von 1 - 1 1/2 min Dauer aufgesetzt. Im Bereich 1 cm oberhalb der Anocutanlinie kommt es zu Drucken bis 82 cm H₂O, im 2 cm Bereich bis 54 cm H₂O. Schärli beschreibt die Tiefe der Relaxation auf Distension von Rektum und Rektosigmoid mit 5-15 mm Hg. Bei Stimulation beschreibt Holschneider einen Druckabfall und eine Hemmung der Fluktuationen. Am tiefsten Punkt setzen die Fluktuationen wieder ein. Als altersabhängigen Schwellenwert zur Auslösung der Relaxation gibt er 5-10 ml Luft an. Die Dauer der Relaxation ist 5-10 sec. in 15 % der Fälle erhält Holschneider eine Kontraktionszacke mit gleichzeitigem Druckanstieg in Rektosigmoid und Rektum. In 10 % der Fälle kommt es zu einer Propulsion mit Doppelrelaxation. Amplitude und Dauer der Relaxation ist von Kind zu Kind verschieden und abhängig von der Geschwindigkeit der Distension und ihrer Dauer. Bei rascher, mehrmaliger Injektion wird die Amplitude kleiner. Trotz anhaltender Stimulation kehrt der M.sphincter ani internus auf seinen Ausgangswert zurück. Erschlaffungen sind umso tiefer, je tiefer im Rektum der Ballon liegt. Im Rektosigmoid können keine Relaxationen mehr ausgelöst werden. In 15 % der Fälle konnte Holschneider vor der Erschlaffung eine Kontraktionszacke von 2 mm Hg Höhe und 1-2 sec Dauer beobachten. Die Höhe der Zacke war der Relaxation direkt proportional. Bei einem intrarektalen Druck von 40 - 50 mm Hg (150 - 200 ml) sind die M.sphincter ani internus und externus inhibiert. Bei der Injektion von Luft ins Rektosigmoid erschlafft der M.sphincter ani internus. Es kommt zu einer weiteren Erschlaffung, wenn die induzierte Welle das Rek-

tum erreicht hat. Der Druckabfall beträgt 10 ± 5 mm Hg, die Dauer ist 20 ± 10 sec.

Willital errechnet einen mittleren Druckabfall bei Sphincterrelaxationen von $9,0 \pm 3,7$ mm Hg. Er weist darauf hin, daß sich die Altersgruppen 0-5 und 5-9 Jahre nur unwesentlich in ihrer Antwort unterscheiden. Der tiefste Punkt ist nach durchschnittlich 6 sec. erreicht.

3. Untersuchungsergebnisse mit Tip-Manometern

Durch die verfeinerte Ableitungstechnik erhält der Untersucher eine schwer zu ordnende Fülle von Informationen. Die Bedeutung der einzelnen Informationen ist weitgehend noch unbekannt. Ein Auswertungsschema konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Allein die unzähligen Wellenformen, die auftreten können, vergleicht man mögliche Dauern und Amplituden, sind schwer in ein Schema zu pressen. Lawson's Einteilung ist in den seltensten Fällen klar anwendbar. (Siehe Abb. 27)

Eine Stimulation kann z.B. im Rektosigmoid sowohl Druckanstieg wie einen Druckabfall verursachen. Es ist oft nicht möglich zu unterscheiden, ob eine Reaktion auf Stimulation vorliegt oder ob ein autonomer Vorgang beobachtet wird. Dies ist überhaupt eines der großen Probleme für die Auswertung. Es ist selten klar erkenntlich, ob die Reaktion auf einen Stimulus zusammen mit einer autonomen Reaktion abläuft. Dies kann besonders im Anorektum zu einem Ausbleiben des Sphincterhemmreflexes, wenn z.B. in eine Kontinenzreaktion hineinstimuliert wurde, oder zu einer übermäßigen Reaktion führen, wenn z.B. in eine Spontanrelaxation hineinstimuliert wurde. Wir haben selten gesehen,

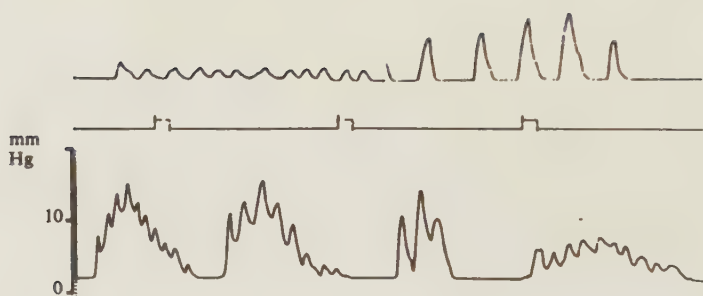


Abb. 27: Wellenformen

Oben: Typ-I- und II-Wellen;
Unten: verschiedene Typ-III-Wellen.
Die Distanz zwischen zwei Markierungen
bedeutet 1 Minute (für beide Kurven).

daß ein Kind auf alle Stimuli während der Untersuchung regelrecht reagiert hätte. Durchschnittlich blieben von den 33 Einzelstimulationen pro Patient (siehe Untersuchungsablauf auf Seite 58) 2-3 Stimulationen ungenügend beantwortet.

Das Ablesen der Einzelwerte geschah mit Hilfe eines transparenten Millimeterpapiers. Dabei war es insbesondere schwierig, Werte der Ableitung III, also des Anorektums, abzulesen, da dort 2,5 mm auf dem Registrierpapier einem Druck von 5 mm Hg entsprachen. Der abgelesene Wert war sicher vom Auswerter abhängig. Der Grund für diesen ungünstigen Maßstab lag im Fehlen eines geeigneten Verstärkungsfaktors am Schreiber.

Da es vorher nicht absehbar war, welche der uns zugänglichen Informationen von Wichtigkeit waren, haben wir das in Tabelle 5 gezeigte Auswertungsschema benutzt. Die erhaltenen Werte wurden anhand von Histogrammen auf ihre Brauchbarkeit hin überprüft (siehe Abb. 28/29). Endgültig berücksichtigt wurden nur Parameter, deren Werte in einem überschaubaren Bereich eng beisammen lagen und somit für den Einzelfall aussagekräftig schienen.

Wir fanden dabei, daß diese Werte für das Individuum eng beisammenliegen. Zwischen den Patienten bestehen jedoch oft große Unterschiede. Auf diesen Umstand war auch von Arhan (3,4,5,6) schon hingewiesen worden.

Als kennzeichnende Größe für den Patienten schien es sinnvoll, den sog. Median der Einzelwerte aus den Versuchen zu berücksichtigen. Die Mediane der einzelnen Patienten wurden miteinander verglichen, gegebenenfalls daraus der Mittelwert errechnet. In Klammern wird jeweils der niedrigste und der höchste Median angegeben.

Tabelle 5: Auswertungsschema

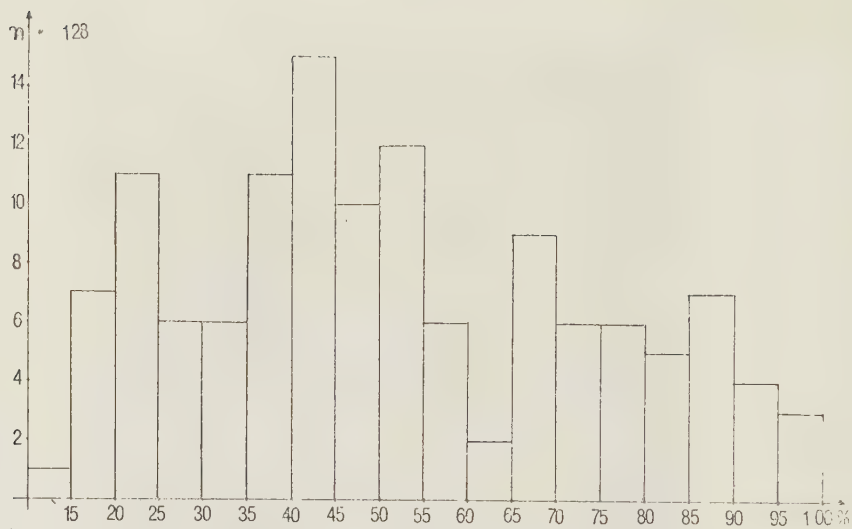
Es bedeuten:

- BD = Basisdruck in Ruhe (mm Hg)
- A = Amplitude (mm Hg)
- F = Frequenz (1/min)
- AW = Ausgangswert vor der Reaktion (mm Hg)
- Max = Maximalwert der Reaktion (mm Hg)
- EW = Endwert nach der Reaktion (mm Hg)
- t = Dauer der Reaktion (sec)
- Wert = tatsächlich abgelesener Wert aus den Kurven
relativ zum Nullpunkt (mm Hg)
- rel.zu AW = Druckänderung relativ zum Ausgangswert
vor der Reaktion (mm Hg)
- rel.zu BD = Druckänderung relativ zum Basisdruck
(mm Hg)
- Zeit n.Stimul. = Zeitabstand zwischen der Stimu-
lation und dem Eintritt der Re-
aktion (sec)
- % = Prozent relativ zum Basisdruck bzw. Pro-
zent relativ zum Ausgangswert
- Abfall = Steilheit des Druckabfalls $\frac{Dp}{t_1}$ siehe
Abb. 30 (mm Hg/sec)
- LH = Reaktionen auf Deflation des Ballons bzw.
Aspiration von weitergeleiteter freier
Luft.

[illegible]

Tab. 5: Auswertungsschema

28a)



28b)

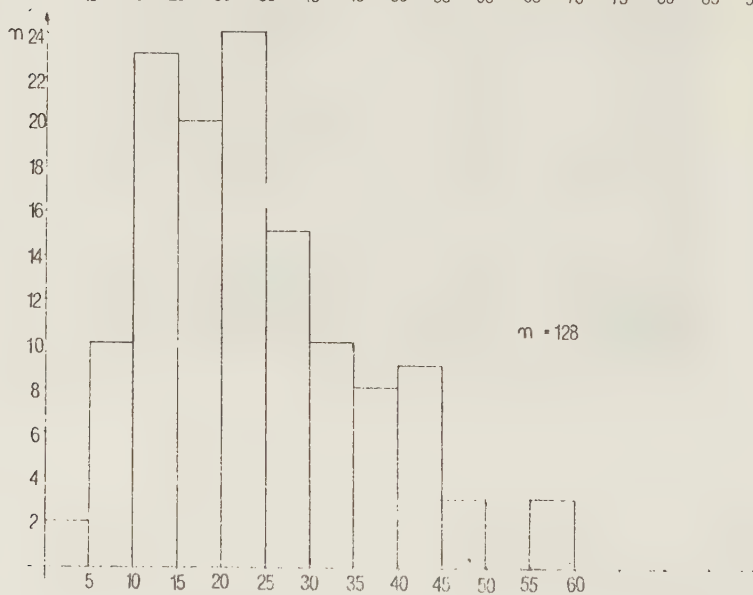


Abb. 28: Beispiel der Parameterauswahl anhand von Histogrammen

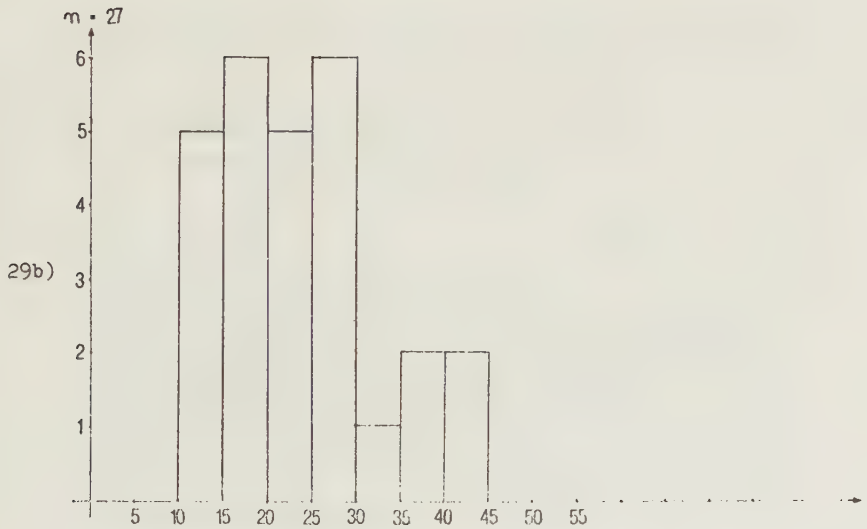
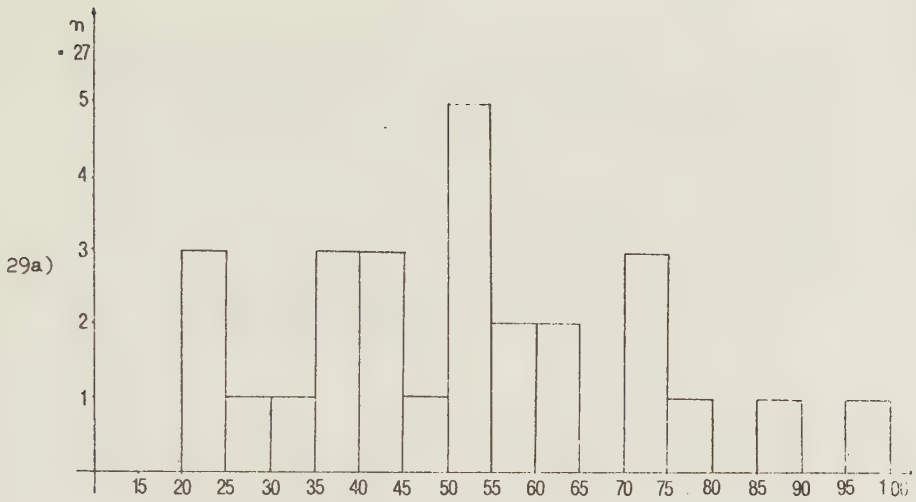


Abb. 29: Beispiel der Parameterauswahl anhand von Histogrammen

Ein wichtiger Punkt beim Auswerten der Kurven kann statistisch nicht wiedergegeben werden: nämlich das optische Erfassen der Kurven, das oft aussagekräftiger als Zahlen ist.

Zu Abb. 28 und 29:

Druckabfall im Anorektum bei Stimulation mit dem Ballon alle 30 sec. Gemessen wurde der Druckabfall relativ zum Ausgangswert. Die Abszissen der Histogramme sind in Bereiche von je 5 Einheiten eingeteilt: bis 5, bis 10, bis 15, usw.

In den Ordinaten ist die Anzahl der in den jeweiligen Bereichen liegenden Werte angegeben.

Beispiel an Histogramm:

Von den 128 gefundenen Werten liegen 7 Werte im Bereich von über 15 % bis einschließlich 20 %.

Histogramm 28 a:

Errechnet wurde der Druckabfall in % des Ausgangswertes (Beispiel: Ausgangswert 50 mmHg, Relaxation um 25 mmHg $\hat{=}$ 50 % des Ausgangswertes).

In das Histogramm gehen alle Relaxationen aller Patienten bei diesem Versuch ein. Die Werte streuen vom Bereich bis 15 bis hin zum Bereich bis 100.

Histogramm 28 b:

Angegeben wird der Druckabfall in mmHg relativ zum Ausgangswert (siehe Abb. 30). In das Histogramm gehen alle Relaxationen aller Patienten bei diesem Versuch ein. Die Werte streuen vom Bereich bis 5 bis hin zum Bereich bis 60. Im Gegensatz zu den Prozentangaben ist jedoch ein deutliches Häufigkeitsmaximum zu erkennen.

Histogramme 29 a und 29 b:

Die beiden Histogramme zeigen die Mediane für die einzelnen Patienten, die aus den in den Histogrammen 28a und 28b angegebenen Werten gewonnen wurden. Stark streuende Werte wurden dadurch eliminiert.

Die Prozentangaben streuen immer noch über einen weiten Bereich. Die Werte in mmHg sind enger zusammengedrückt.

Wir folgern daraus, daß die Angabe in " % relativ zum Ausgangswert" kein geeigneter Parameter zur Beschreibung einer Kurve ist.

Statistisch erfaßbar und für die Klinik verwertbar fanden wir folgende Parameter: (siehe Abb. 30)

1. Tiefe der Relaxation relativ zum Ausgangswert in mmHg
2. Steilheit des Druckabfalls in mmHg/sec.
3. Steilheit des Wiederanstiegs in mmHg/sec.
4. Dauer des Druckabfalls in sec. (t_1)
5. Dauer des Wiederanstiegs in sec. (t_2)
6. Gesamtdauer der Reaktion in sec. (tges)

Ein Beispiel zeigt Abbildung 30.

Weitere Parameter sind numerisch nicht erfaßbar; sie werden anhand der Abbildungen beschrieben.

Prozentangaben wurden gemacht, wenn dies zum Vergleich mit anderen Autoren notwendig war. Die Angabe "% der Fälle" bezieht sich bei den Ruhewerten auf die Anzahl der Patienten. Entsprechend dem Vorge-

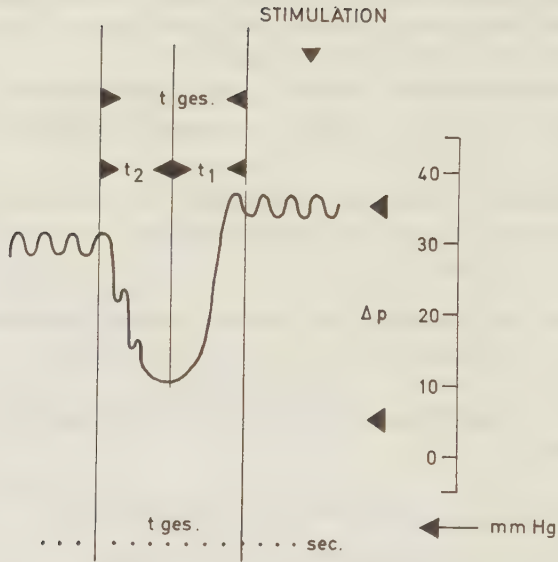


Abb. 30: Skizze einer Relaxation

Die Kurve ist von rechts nach links zu lesen

Es bedeuten:

t_1 : Dauer des Druckabfalls

t_2 : Dauer des Wiederanstiegs

t_{ges} : Gesamtdauer der Relaxation

Steilheit des Druckabfalls: $\frac{\Delta p}{t_1}$

Steilheit des Wiederanstiegs: $\frac{\Delta p}{t_2}$

hen anderer Autoren bezieht sich die Angabe "% der Fälle" bei Stimulationen auf die Anzahl der Stimulationen insgesamt.

Beispiel: Bei dem Punkt "Stimulation durch Instillation von 10 ml Luft alle 30 sec in den Ballon" werden pro Patient 5 Instillationen durchgeführt. Der Versuch wurde an 27 Kindern ausgeführt. Es resultieren also $5 \times 27 = 135$ Stimulationen. Angaben in "% der Fälle" beziehen sich auf diese 135 Stimulationen.

Bei den anderen Punkten des Versuchsablaufs wird gleich verfahren.

Bei den Untersuchungen an 7 Kindern mit Sigma elongatum wurden in Vergleichstabellen mit gesunden Kindern auch Prozentangaben gemacht. Dies geschah um einen groben Vergleich zu ermöglichen. Auch wurden mehrmalige Untersuchungen an einem Kind als jeweils eigenständig behandelt.

Dieses Vorgehen ist keineswegs zufriedenstellend. Insbesondere sind Prozentangaben bei kleinen Kollektiven zweifelhaft. Der auffällige optische Eindruck der Kurven bei Sigma elongatum kann jedoch dadurch in etwa numerisch beschrieben werden.

Untersuchtes Patientengut:

Unsere Untersuchungen stützen sich auf 81 Untersuchungen an 66 Kindern im Alter von 1 - 14 Jahren.

Die Tabelle 6 gibt eine Übersicht darüber.

81 Untersuchungen

66 Kinder

normaler
Druckverlauf

43 Unters.

43 Kinder

pathologischer
Druckverlauf

38 Unters.

23 Kinder

postoperative Verlaufskontrollen	Einweisungsdiag. Stuhlentleerungsschwierigkeiten	Abklärung der Kontinenzlage
9 Unters.	22 Unters.	7 Unters.
3 Kinder	14 Kinder	6 Kinder

Tab. 6:

Postoperative Verlaufskontrolle:

Fäkalverletzung (1 Fall), Durchzugsooperation (1 Fall), Dickdarmresektion (1 Fall).

Einweisungsdiagnose Stuhlentleerungsschwierigkeiten:

Obstipation mit Überfließinkontinenz bei Sigma elongatum (7 Fälle), Morbus Hirschsprung (4 Fälle), psychogene Obstipation (1 Fall), Analsphinkterachalasie (1 Fall), rektales Inertiasyndrom (1 Fall).

Abklärung der Kontinenzlage: Anorektale Anomalien

(4 Fälle), Spina bifida (1 Fall), Prune-Belly-Syndrom (1 Fall).

Normalwerte

Vergleichswerte wurden aus 43 Untersuchungen an ebenso vielen anorektal gesunden Kindern im Alter von 2-14 Jahren ermittelt. Sie werden im folgenden als "Normalwerte" bezeichnet.

Physiologische Ruhedruckwerte:

Die physiologischen Ruhedruckwerte dienen als Vergleichsgrundlage, um pathologische Werte feststellen zu können.

1. Das anorektosigmoidale Druckprofil

Die Tabelle 7 gibt einen Überblick über die mittleren, lageabhängigen Ruhedruckwerte. Die Ruhedruckwerte wurden aus 43 Untersuchungen an ebenso vielen Patienten im Alter von 2-14 Jahren ermittelt.

Abb. 31 zeigt ein Diagramm über diese Werte.

Die Abszisse gibt die Entfernung von der Anokutanlinie in cm an. In der Ordinate wurde die Höhe des Druckes nach Tabelle 7 eingezeichnet. WK gibt die Höhe der maximalen Willkürkontraktion in mmHg an; in Klammern Prozent des Ausgangswertes. Beim zentimeterweisen Zurückziehen der Katheter wurde in 25 Fällen an mindestens einem Punkt des Rektums ein negativer Wert registriert. Dies entspricht 58,1 % der Fälle. Im Rektosigmoid konnten in 17 Fällen ($\hat{=}$ 39,5 % der Fälle) negative Druckwerte gefunden werden. In 32 der 43 Fälle ($\hat{=}$ 74,4 % der Fälle) lag der Druck im Rektosigmoid über dem des Rektums.

Die Länge der anorektalen Druckbarriere variierte von 2-4 cm Länge.

Die Tabelle 7 gibt einen Überblick über die mittleren
Lageabhängigen Ruhedruckwerte. $n = 43$

cm oberhalb Anocutanlinie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mittelwert	57,6	4,7	12,2	2,3	0,1	0,6	0,5	0,7	0,9	2,1	3,6	4,5	6,6	7,8	5,5
Standardabw.	15	10,7	7,4	4,2	2,9	2,6	3,5	3,4	3,5	4,2	6,3	5,1	4,6	4,3	3,2
Willkürkontr.	149,5	98,8	34,5												

Tab.7: Anorektales Ruhe-
druckprofil bei
Kindern mit Tip-
Manometer

ANOREKTALES DRUCKPROFIL BEI
KINDERN MIT TIPMANOMETER

KINDERCHIRURGISCHE STATION DER
CHIRURG. UNIV. - KLINIK ERLANGEN

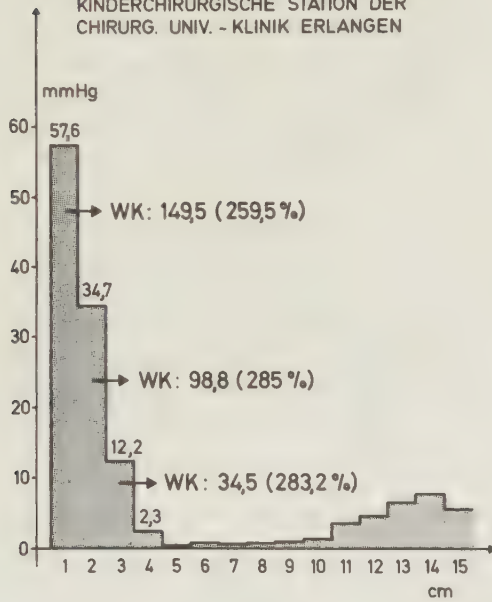


Abb. 31: Anorektales Druckprofil

2. Ruheaktivitäten

Rektosigmoid

Die Ruheaktivitäten im Rektosigmoid waren gekennzeichnet durch schnelle Fluktuationen (siehe Abb. 27, Typ I) mit einer Frequenz von 22,5/min (16 - 30/min) und einer Amplitude von 1,1 mmHg (0,5 - 2 mmHg). Sie waren immer zu finden. In 58 % der Fälle wurden Wellen registriert mit einer Frequenz von 5,6/min (3-8/min) und einer durchschnittlichen Amplitude von 2,5 mmHg.

Rektum

Die Ruheaktivität des Rektums ist gekennzeichnet durch Fluktuationen mit einer Frequenz von 18-30/min (MW = 23,3) und einer Amplitude von 0,75 - 2mm Hg (MW = 1,36). Diese Fluktuationen bewegen sich gegensätzlich zu denen im Rektosigmoid. In 67 % der Fälle konnten Wellen mit einer Frequenz von 3-8/min (MW = 6) und einer Amplitude von durchschnittlich 3 mmHg beobachtet werden.

Anorektum

Im Anorektum fanden wir Fluktuationen mit einer Frequenz von 15-30/min (MW = 22) und einer Amplitude von 2-6 mm Hg (MW = 4,5). Anorektale Wellen wurden in 37 % der Fälle beobachtet und hatten eine durchschnittliche Amplitude von 9,3 mmHg. Das Anorektum zeigte ein dem Rektum inverses Verhalten (siehe Abb. 32). Einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren zeigt die Tabelle 8.

RUHEWERTE IM REKTOSIGMOID

Autor	Ruhedruck in [mm Hg]	hochfreq Aktivit		Wellen		Wellen in % der Fälle	Methode
		A	f	A	f		
Holschneider	4 ± 2	1-2	25		2	24	open - tip
Zeiser / Riedl	5,5 ± 1	1,36 0,5-2	22,5 16-30	2,5	5,9 3-8	58	Tip - Manometer

RUHEWERTE IM REKTUM

Autor	Ruhedruck in [mm Hg]	hochfreq Aktivit		Wellen		Wellen in % d. Fälle	Compliance ml/mm Hg	Methode
		A	f	A	f			
Holschneider	75 ± 25	1-2	25	5-2	4	40	5-7	open - tip
Arhan ⁺	633 ± 118							Ballonsonde
Lawson ⁺	545 ± 11,8							Ballonsonde
Schärli	76 5-11					doppelt so häufig wie im RS		open - tip
Kerremans				4,35	2			Ballonsonde
Aaronson ⁺						13		Ballonsonde
Eisner							2,5-10	Ballonsonde
Zeiser / Riedl	0,6 ± 2,8	1,36 0,75-2	23,3 18-30	3,0	6,0 3-8	67		Tip - Manometer

RUHEWERTE IM ANOREKTUM

Autor	Ruhedruck mm / Hg		hochfreq Aktivit		Wellen		Methode
	1 cm	2 cm	A	f	A	f	
Holschneider	15		1,5-5	12-16	5-2	30-80 sec	open - tip
Aaronson - Lawson ⁺	34,5 29,1-52		7,3-127	10-13			Ballonsonde
Howard ⁺	< 27,3			12-20			Ballonsonde
Schärli	25 20-34		2-5	7,5	3-8	alle 40-70 sec	open - tip
Arhan ⁺	516 ± 127	46 ± 54					Ballonsonde
Willital	186 ± 38 30 ± 6,8	167 ± 29 23,8 ± 6,1					Ballonsonde
Eisner		45-65					Ballonsonde
Zeiser - Riedl	576 ± 14,9	34,7 ± 107	4,5 2-6	22 15-30	9,33		Tip - Manometer

Tabelle 8:

Die Tabelle zeigt einen Vergleich der Ergebnisse verschiedener Autoren mit den Ergebnissen mit Tip-Manometern.

A: Amplitude (mmHg)

f: Frequenz (1/min)

Die mit + gekennzeichneten Werte sind ursprünglich in H₂O angegeben und wurden von uns wegen der besseren Vergleichsmöglichkeiten in mmHg umgerechnet.

Bei Zeiser/Riedl: n = 43

3. Ballonstimulation: (n = 27)

Probandenzahl: n = 27

a) Stimulation alle 30 sec mit je 10 ml Luft:

Reaktion im Rektosigmoid

In 60,7 % der Fälle konnte eine lokale Reaktion beobachtet werden. Dabei konnte der Druck sowohl abfallen als auch-im überwiegenden Teil - geringfügig ansteigen. Wir können nicht ausschließen, daß dies eventuell ein Artefakt ist, der durch die mechanische Verlagerung des Rektosigmoidalkatheters durch den sich aufblähenden Ballon verursacht wird.

In 14,8 % der Fälle konnten jedoch eindeutig Wellen identifiziert werden. Diese traten mit einer durchschnittlichen Frequenz von 2,6/min (1-4/min) und einer durchschnittlichen Amplitude von 3,15 mmHg (1-7 mmHg) auf. In 10 % der Fälle waren diese Wellen auch im Rektum nachweisbar.

Reaktion im Rektum

Das Rektum reagierte auf die Stimulation mit dem Ballon mit einem Druckanstieg von durchschnittlich 4,9 mmHg (2,5 - 14,5 mmHg). Dies war in 56,3 % der Fälle sichtbar. Nach durchschnittlich 11,8 sec (6 - 30 sec) war die Ausgangslage wieder erreicht. In 12 % der Fälle wurden Wellen nur im Rektum ausgelöst.

Reaktion im Anorektum

2-3 sec nach der Stimulation kommt es im Anorektum zu einem Druckabfall von durchschnittlich 24 mmHg (11,5 - 45 mmHg). Die Tiefe der Relaxation beim einzelnen Patienten muß in Relation zu seinem Ru-

hedruckwert im Anorektum gesehen werden. Gelegentlich ist vor dem Druckabfall eine kleine Kontraktionszacke zu beobachten. Beim Abfall sistieren die Fluktuationen, um beim Anstieg wieder aufzutreten.

Die Dauer des Druckabfalls war durchschnittlich 2,9 sec (2-5 sec), seine Steilheit betrug 9,1 mmHg/sec (4,1-16,25 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 7,5 sec (4-13 sec), seine Steilheit betrug 2,8 mmHg/sec (1-4,35 mmHg/sec). Die Dauer der gesamten Reaktion war 10,6 sec (5-16 sec), (siehe Abb. 32).

b) Stimulation alle 10 sec mit je 10 ml Luft:

Reaktion im Rektosigmoid

Auch hier kam es zu Reaktionen wie unter a). Wellen konnten wegen der schnellen Stimulationsfolge nicht beobachtet werden.

Reaktion im Rektum

Im Rektum konnte ein stufenförmiger Druckanstieg beobachtet werden.

Reaktion im Anorektum

Durch die schnelle Stimulationsfolge kann das Anorektum zwischen den einzelnen Stimulationen nicht auf seinen Ausgangswert zurückkehren. Es kommt zu einem stufenförmigen, volumenabhängigen Druckabfall.

Die Dauer des Druckabfalls betrug 2,6 sec (2-5 sec), seine jeweilige Steilheit war 8,7 mmHg/sec (3,2-17,5 mmHg/sec). Die Tiefe der Relaxation, gemessen vom jeweiligen Ausgangswert, blieb relativ konstant und betrug durchschnittlich 19,5 mmHg (8-35,5 mm Hg) (siehe Abb. 33).

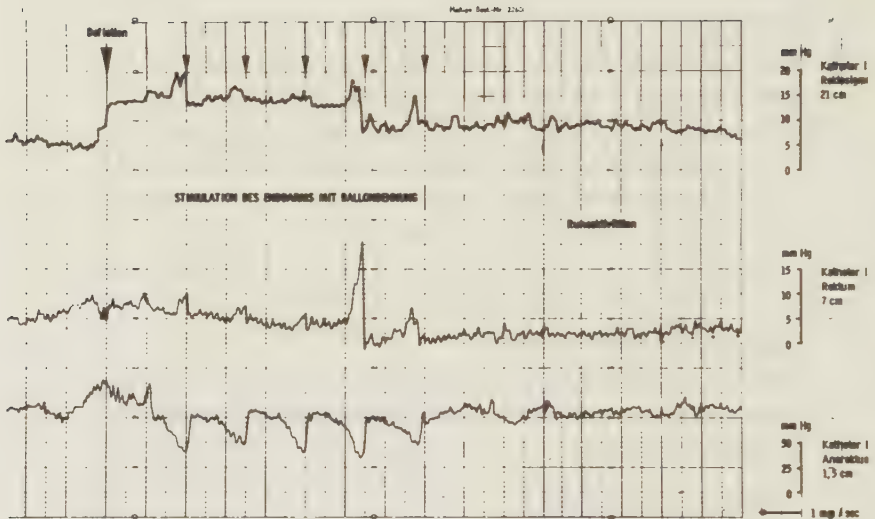


Abb. 32: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation mit dem Ballon alle 30 sec je 10 ml.

Vor der Stimulation mit dem Ballon ist das Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum in Ruhe zu sehen, Rektosigmoid und Rektum zeigen Fluktuationen und kleinamplitudige Wellen. Im Anorektum sind Spontanrelaxationen zu beobachten. Bei der Ballonstimulation des Rektums kommt es zu den typischen Relaxationen im Anorektum. Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon.

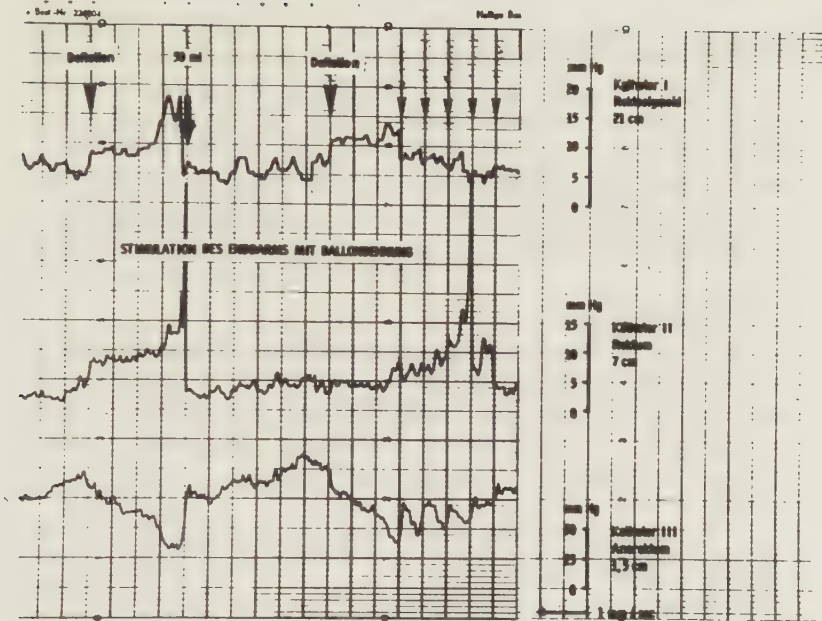


Abb. 33: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Ano-
rektum bei Ballonstimulation alle 10 sec je
10 ml, Stimulation mit 50 ml und bei der De-
flation des Ballons.

Bei der Stimulation alle 10 sec mit 10 ml Luft
in den Ballon kommt es zu volumenabhängigen,
stufenförmigen Relaxationen. Bei der Deflation
des Ballons zu einer Kontinenzreaktion. Die
kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt
der Stimulation.

c) Stimulation mit 50 ml Luft:

Reaktion im Rektosigmoid

In 76,2 % der Fälle resultierte ein Druckanstieg von durchschnittlich 7 mmHg (4-20 mm Hg). Der Ausgangswert war nach 13 sec (4-27 sec) wieder erreicht. Nur in zwei Fällen wurden Wellen mit einer Amplitude von 3,1 mmHg ausgelöst. In einem Fall war die Welle propulsiv; sie hatte eine Amplitude von 4 mmHg.

Reaktion im Rektum

In 76,2 % der Fälle war ein mit dem Anstieg im Rektosigmoid parallellaufender Druckanstieg von durchschnittlich 7 mmHg (4-27 mmHg) zu beobachten. Der Ausgangswert war nach 12 sec (7-30 sec) wieder erreicht. Die propulsive Welle hatte eine Höhe von 7 mmHg.

Reaktion im Anorektum

2-3 sec nach Stimulation kommt es zu einer Relaxation von 47,5 mmHg (20 - 80,5 mmHg) Tiefe. Der Druckabfall dauerte 5 sec (3-11 sec) und hatte eine Steilheit von 7,55 mmHg/sec (2,9 - 17,7 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 13 sec (5-17 sec) und hatte eine Steilheit von 2,2 mmHg/sec (1,2-6,0 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Reaktion war 17 sec (10 - 28 sec) (siehe Abb. 33).

d) Deflation des Ballons:

Reaktion im Rektosigmoid

Bei der schnellen Deflation kam es zu einem Druckabfall mit schneller Rückkehr zum Ausgangswert. Gelegentlich blieb der Druck auch erniedrigt. Dies war während der Untersuchung bei keinem Patienten konstant.

Reaktion im Rektum

Auch hier kam es zu einem Druckabfall mit raschem Wiederanstieg auf den Ausgangswert.

Reaktion im Anorektum

Das Anorektum reagierte in 71,6 % der Fälle mit einem raschen Druckanstieg, wobei zumeist der Druck kurze Zeit erhöht blieb, um dann auf den alten Ausgangswert zurückzukehren (siehe Abb. 33).

e) Vergleich mit anderen Autoren:

Einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren zeigt Tabelle 9.

4. Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid (siehe Abb. 34)

a) Stimulation alle 30 sec mit je 10 ml Luft

Reaktion im Rektosigmoid

In 70,8 % der Fälle konnte eine lokale Reaktion beobachtet werden. Diese bestand aus einem raschen Druckanstieg mit anschließendem Abfall. Die Basallinie blieb danach in 33,7 % der Fälle erhöht. Die Dauer der Reaktion war durchschnittlich 12,5. sec (5-30 sec), die durchschnittliche Höhe 4,6 mmHg (1,5-11,25 mmHg). In 19 % der Fälle folgten der lokalen Reaktion durchschnittlich 2,4 Wellen (1-4) mit einer Amplitude von 5,4 mmHg (2-9,35). In 13,33 % der Fälle konnten diese Wellen im Rektum nachgewiesen werden.

REAKTION IM REKTOSIGMOID

Autor	propulsive Wellen	Methode
Holschneider	10 % der Fälle	open-tip
Schärli	5 % der Fälle	open - tip
Zeiser / Riedel	10 % der Fälle	Tip-Manometer

REAKTIONEN IM REKTUM

Autor	segmentale Dauer (sec)	Kontraktionen Höhe (mm Hg)	Methode
Aaronson	15 - 20		Ballonsonde
Arhan		5,23 ± 0,72	Ballonsonde
Howard	12 - 20		Ballonsonde
Holschneider	60		open - tip
Schärli	30-120		open - tip
Zeiser / Riedel	11,8 (6 - 30)	4,9 (2,5 - 14,5)	Tip-Manometer

REAKTIONEN IM ANOREKTUM

Autor	Schwellen- wert [ml]	Tiefe der Relaxation [mm Hg]	Zeitn. Stimulat. [sec]	Dauer der Reaktion [sec]	Deflations- reaktion	Methode
AARONSON	15 - 25	13,6 - 18,2		15 - 20	+	Ballonsonde
LAWSON		14,5 - 34,5			+	Ballonsonde
WILLITAL		9,0 ± 3,7	1,5			Ballonsonde
EISNER		15 - 40	2 - 3			Ballonsonde
HOLSCHNEIDER	5 - 10	10 ± 5		5 - 10		Open - tip
SCHÄRLI		5 - 15				open - tip
ZEISER-RIEDEL	10	Stimulation mit 10 ml Luft alle 30 sec 24 (11,5 - 45)	2 - 3	10,6 (5 - 16)	+	Tip - Manometer
		Stimulation mit 10 ml Luft alle 10 sec 19,5 (8 - 35,5)			+	
		Stimulation mit 50 ml Luft 47,5 (20-80,5)	2 - 3	17 (10 - 28)	+	

Tab. 9: Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren

Tabelle 9: Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren

Simulierung eines Bolus durch Luftinstillation in einen im Rektum gelegenen Ballon. Zusammenstellung der beobachteten Reaktionen in Rektosigmoid, Rektum und Anorektum, wie sie von verschiedenen Autoren beschrieben werden.

Bei Zeiser/Riedl:

Angegeben wird der Mittelwert der Mediane von 27 Patienten. In Klammern wird der niedrigste und der höchste Median angegeben.

Reaktion im Rektum

2-3 sec nach Injektion der Luft ins Rektosigmoid konnten in 71,9 % der Fälle Reaktionen im Rektum beobachtet werden. Diese bestanden aus einem Druckanstieg von durchschnittlich 3,2 mmHg (1-6,5 mmHg) Höhe. Nach durchschnittlich 13,9 sec (5-30 sec) war wieder eine Ruhelage erreicht, die in 29,2 % der Fälle über dem Ausgangswert lag.

Die aus dem Rektosigmoid ankommenden propulsiven Wellen hatten eine durchschnittliche Höhe von 4,35 mm Hg (2,75 - 5 mm Hg) und traten mit einer Frequenz von 3,7/min (2-6/min) auf (siehe Abb. 34).

Reaktion im Anorektum

2-3 sec nach Stimulation kommt es im Anorektum zu einem durchschnittlichen Druckabfall von 20,9 mmHg (9-38,5 mmHg). Die Dauer des Abfalls war durchschnittlich 2,6 sec (1,75 - 3,25 sec); die Steilheit betrug 9,0 mmHg/sec (3,15 - 16 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte durchschnittlich 7,0 sec (4-14 sec); seine Steilheit betrug 3,1 mmHg/sec (1,6 - 5,75 mmHg/sec). Die Dauer der gesamten Reaktion war 9,8 sec (5,5 - 16 sec). Die Form der Relaxationen war der der Ballonstimulation ähnlich (siehe Abb. 34).

b) Stimulation alle 10 sec mit je 10 ml Luft

Reaktion im Rektosigmoid

Auch hier kam es zu lokalen Reaktionen, deren Ablauf durch die schnelle Stimulationsfolge jedoch unvollständig war. Aus dem gleichen Grunde konnten auch keine Wellen beobachtet werden. Gelegentlich kam es zu einem stufenförmigen Druckanstieg.

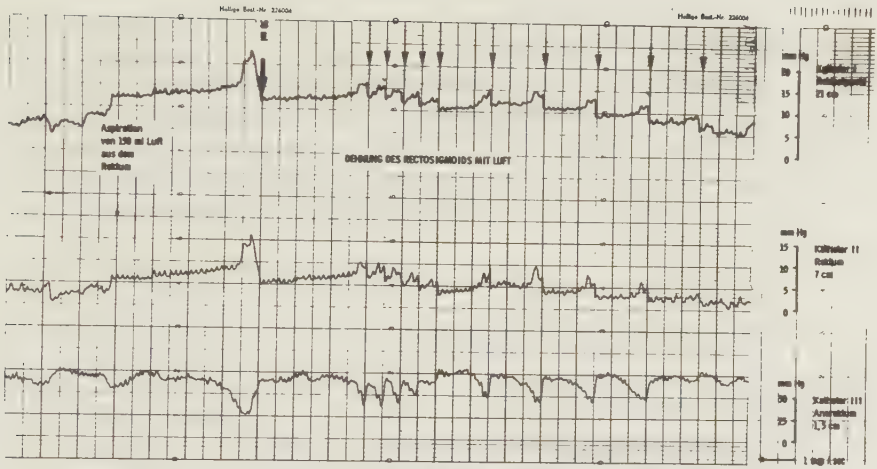


Abb. 34: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei der Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid sowie anschließender Aspiration der Luft aus dem Rektum.

Auf die Dehnung des Rektosigmoids mit freier Luft reagiert das Anorektum mit einer Relaxation. Im Rektum kommt es zu einer Adaptationsreaktion: dem schnellen Druckanstieg folgt ein langsamer Druckabfall. Das Verhältnis Druck zu instilliertem Volumen bezeichnet man als Compliance. Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von jeweils 10 ml freier Luft in das Rektosigmoid.

Reaktion im Rektum

Im Rektum konnte jeweils ein Druckanstieg beobachtet werden, dessen zeitlicher Ablauf durch die schnelle Injektionsfolge gestört war. Ähnlich wie im Rektosigmoid konnte auch hier ein stufenförmiger Druckanstieg beobachtet werden.

Reaktion im Anorektum

Es kommt zu einem volumenabhängigen stufenförmigen Druckabfall von - gemessen am jeweiligen Ausgangswert - durchschnittlich 19,3 mmHg (8,5 - 29,5 mmHg). Die Dauer des Abfalls betrug 2,4 sec (1,5 - 4 sec), seine Steilheit 8,5 mmHg/sec (3,1 - 14,75 mm Hg/sec). (siehe Abb. 34)

c) Stimulation mit 50 ml freier Luft

Reaktion im Rektosigmoid

In 81 % der Fälle resultierte ein Druckanstieg von durchschnittlich 6 mmHg (2-13,5 mmHg). Die Ruhelage war nach durchschnittlich 15 sec (10-47 sec) wieder erreicht. In einem Fall wurde eine Serie von 6 Wellen mit einer Amplitude von 3 mmHg ausgelöst.

Reaktion im Rektum

Ein Druckanstieg von durchschnittlich 6 mm Hg (2,5 - 16,4 mm Hg) Höhe war in 71,4 % der Fälle 2-3 sec nach der Stimulation zu beobachten. Die Ruhelage stellte sich nach durchschnittlich 25 sec (8-40 sec) wieder ein. Der Basaldruck (BD) blieb erhöht. In einem Fall konnte zusätzlich eine Welle mit einer Höhe von 11 mmHg Höhe beobachtet werden.

Reaktion im Anorektum

2-3 sec nach Stimulation kommt es zu einem Druckabfall von durchschnittlich 35 mmHg (11,5 - 55 mmHg). Die Dauer des Abfalls beträgt 5 sec (2-12 sec), seine Steilheit 6,9 mmHg/sec (2,7 - 13,3 mmHg/sec). Die Dauer des Wiederanstiegs beträgt 12 sec (6-24 sec); die Steilheit ist 2,9 mmHg/sec (1,6 - 7,8 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Relaxation beträgt 18 sec (12 - 30 sec). Nach der Stimulation mit 50 ml Luft, also nach einer instillierten Gesamtmenge von 150 ml, kehrt das Anorektum nicht wieder auf seinen ursprünglichen Basaldruck zurück. Es kommt vermehrt zu tiefen Spontanrelaxationen; die Fluktuationen sind verstärkt (siehe Abb. 34).

d) Aspiration der Luft aus dem Rektum

Nach der Aspiration von durchschnittlich 110 ml Luft aus dem Rektum kam es im

Rektosigmoid

zu einem Druckabfall, dessen Dauer abhängig von der Dauer der Aspiration war. Anschließend stellte sich in etwa die gleiche Ausgangslage wie vor dem Versuch 4 ein.

Rektum

ebenfalls zu einem Druckabfall, dessen Dauer abhängig von der Dauer der Aspiration war.

Anorektum

sofort zu einem raschen Druckanstieg auf ein über dem Ausgangswert liegendes Niveau. Anschließend stellte sich wieder die Ruhelage ein (siehe Abb. 34).

e) Vergleich mit anderen Autoren (siehe Tabelle 10).

5. Stimulation mit freier Luft im Rektum (n = 27)

a) Stimulation alle 30 sec mit je 10 ml

Reaktion im Rektosigmoid

2,2 sec nach der Stimulation konnte in 46,2 % der Fälle eine lokale Reaktion von durchschnittlich 9,9 sec (5-16 sec) Dauer beobachtet werden. Die durchschnittliche Höhe des Druckanstiegs war 2,6 mmHg (1,2-4 mmHg). Die Basallinie blieb in 21,5 % der Fälle erhöht.

Reaktion im Rektum

In 64,6 % der Fälle kam es zu einer lokalen Reaktion von durchschnittlich 11,1 sec (7-22,5 sec) Dauer und 3,5 mmHg (2,5 - 6,3 mmHg) Höhe. Der Endwert der Reaktion lag in 32,3 % der Fälle höher als der Ausgangswert; es schloß sich eine Adaptionsreaktion an.

Reaktion im Anorektum

2-3 sec nach der Stimulation relaxiert das Anorektum um durchschnittlich 21,3 mmHg (11,25-31 mmHg). Die Dauer des Abfalls war 2,8 sec (1,5 - 5,5 sec), seine Steilheit 8,4 mmHg/sec (3,1 - 11,25 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 7,8 sec (5,25 - 12 sec), seine Steilheit war 2,6 mmHg/sec (1,2-3,7 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Reaktion war 10,1 sec (5,5-15 sec). (siehe Abb. 35)

REAKTIONEN IM REKTOSIGMOID

Autor	lokale Reaktion			erhöhte Basallinie in % d. Fälle	propulsive Wellen in % d. Fälle
	Dauer (sec)	Amplitude (mm Hg)	% der Fälle		
Holschneider	10 ± 5	5 ± 2,5	63	33	32
Schärli	5 - 15	5 - 10	65	25	15
Zeiser-Riedel	12,5 (5 - 30)	4,6 (1,5 - 11,25)	70,8	33,7	13,33

REAKTIONEN IM ANOREKTUM :

Autor	Druckabfall (mm Hg)	Dauer der Reaktion (sec)
Holschneider	10 ± 5	20 ± 10
Zeiser / Riedel	Stimulation mit 10 ml Luft alle 30 sec 20,9 (9 - 38,5)	9,8 (5,5 - 16)
	Stimulation mit 10 ml Luft alle 10 sec 19,3 (8,5 - 29,5)	-
	Stimulation mit 50 ml Luft 35 (11,5 - 55)	18 (12 - 30)

Tab.10: Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren
 Vergleichbare Werte für Reaktionen im Rektum werden von anderen Autoren nicht angegeben. Simulation ankommender Gasmengen bzw. Druckwellen im Rektosigmoid; Reaktionen darauf im Anorektum. Erlanger Ergebnisse: Angegeben werden die Mittelwerte der Mediane von 27 Patienten. In Klammern wird der niedrigste und der höchste Median angegeben.

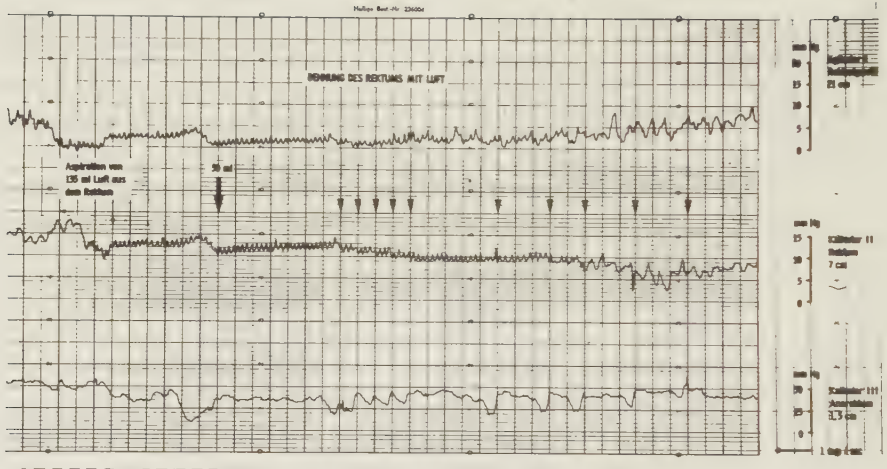


Abb. 35: Verhalten von Anorektum, Rektum und Rektosigmoid bei Stimulation mit freier Luft ins Rektum, sowie anschließender Aspiration der Luft aus dem Rektum.

Die Stimulation des Rektums mit freier Luft führt zu Relaxationen im Anorektum. Die kleinen Dreiecke markieren den Zeitpunkt der Stimulation mit jeweils 10 ml freier Luft ins Rektum

b) Stimulation alle 10 sec mit je 10 ml Luft

Reaktion im Rektosigmoid

Durch die schnelle Stimulationsfolge war eine Zuordnung der beobachteten Reaktionen zur einzelnen Injektion nicht möglich (siehe Abb. 35).

Reaktion im Rektum

Es kam zu einem stufenförmigen Druckanstieg mit Adaptationsreaktion, anschließend an die letzte Injektion.

Reaktion im Anorektum

Es kommt zu einem stufenförmigen volumenabhängigen Druckabfall von durchschnittlich 16,1 mmHg (7,5 - 24,5 mmHg), gemessen an der jeweiligen Ausgangslage. Die Dauer des Abfalls ist 2,3 sec (1-4 sec), seine Steilheit 6,8 mmHg/sec (3,15 - 10 mmHg/sec). (siehe Abb. 35)

c) Stimulation mit 50 ml freier Luft im Rektum

Reaktion im Rektosigmoid

In 88,9 % der Fälle reagierte das Rektosigmoid mit einem Druckanstieg von durchschnittlich 6,25 mmHg (2,5 - 12,5 mmHg). Die Dauer der Reaktion war 19 sec (10-40 sec). In einem Fall wurde eine Serie von 7 Wellen mit einer Amplitude von 7 mmHg ausgelöst. Diese entsprachen Wellen, die beim gleichen Patienten auch im Rektum sichtbar waren.

Reaktion im Rektum

Eine deutliche lokale Reaktion konnte in 77,8 % der Fälle registriert werden. Die Dauer der Reaktion war 22 sec (10-30 sec), die Höhe des Druckanstiegs 6,75 mmHg (3,5-9,5 mmHg). Der Endwert der Reaktion war

höher als ihr Ausgangswert; es schloß sich eine Adaptationsreaktion an.

Reaktion im Anorektum

2-3 sec nach Stimulation kommt es zu einem Druckabfall von durchschnittlich 35 mmHg (14 - 55 mmHg). Die Dauer des Abfalls war 4,5 sec (2-6 sec), seine Steilheit 8,6 mmHg/sec (2,1 - 17,5 mmHg/sec). Der Wiederanstieg dauerte 12,8 sec (7-23 sec); seine Steilheit war 2,7 mmHg/sec (1-5,5 mmHg/sec). Die Gesamtdauer der Relaxation betrug 19 sec (10-27 sec). Die Basallinie kehrte nicht wieder auf ihren ursprünglichen Wert zurück. Die Fluktuationen waren verstärkt. Es folgten vermehrt Spontanrelaxationen (siehe Abb.35).

d) Aspiration von Luft aus dem Rektum

Nach der Aspiration von durchschnittlich 90 ml Luft aus dem Rektum kam es im Rektosigmoid, Rektum und Anorektum zu den gleichen Reaktionen, die bereits unter 4 d) beschrieben wurden.

Der Basaldruck lag jedoch jetzt, nach Ablauf des gesamten Untersuchungsprogramms, in jedem Fall niedriger als der Basaldruck vor Beginn der Untersuchung.

e) Vergleich mit anderen Autoren

Dieser Versuch wurde von anderen Autoren nicht beschrieben.

6. Zusammenstellung der Ergebnisse

Einen Überblick über alle Ergebnisse, gefunden an anorektal gesunden Kindern, gibt die Tabelle 11.

REAKTIONEN DES REKTOSIGMOIDS:

	LUFTINSTILLATION ALLE 30 SEC MIT JE 10 ml							LUFTINSTILLATION MIT 50 ml		
	lokale Reaktion			Wellen				lokale Reaktion		
	Häufigkeit in % d Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druckanstieg in (mm Hg)	Häufigkeit in % d Fälle	Frequenz [1 min]	Amplitude [mm Hg]	Häufigkeit in % d Fälle	Häufigkeit in % d Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druckanstieg in (mm Hg)
Luftinstillation in den Ballon	60,7			14,8		3,15	10	76,2	13 (4-27)	7 (4-20)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	70,8	12,5 (5-30)	4,6 (1,5-11,25)	19	2,4	5,4	13,33	81	15	6 (2-13,5)
Instillation freier Luft ins Rektum	46,2	9,9 (5-15)	2,6 (1,2-4)					88,9	19 (10-40)	6,25 (2,5-12,5)

REAKTIONEN DES REKTUMS:

	LUFTINSTILLATION ALLE 30 SEC MIT JE 10 ml							LUFTINSTILLATION MIT 50 ml		
	lokale Reaktion			Wellen				lokale Reaktion		
	Häufigkeit in % d Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druckanstieg in (mm Hg)	Häufigkeit in % d Fälle	Häufigkeit in % d Fälle	Frequenz [1 min]	Amplitude [mm Hg]	Häufigkeit in % d Fälle	Dauer der Reaktion [sec]	Druckanstieg in (mm Hg)
Luftinstillation in den Ballon	56,3	11,8 (6-30)	4,9 (2,5-14,5)	12	10			76,2	12 (7-30)	7 (4-27)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	71,9	13,9 (5-30)	3,2 (1-6,5)		13,33	3,7 (2-6)	4,35 (2,75-5)	71,4	25 (8-40)	6 (2,5-16,4)
Instillation freier Luft ins Rektum	64,6	11,1 (7-22,5)	3,5 (2,5-6,3)					77,8	22 (10-30)	6,75 (3,5-9,5)

Tab. 11: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse an 27 anorektal gesunden Kindern

REAKTIONEN DES ANOREKTUMS :

	LUFTINSTILLATION ALLE 30 SEC JE 10 ml					
	DRUCKABFALL			DRUCKANSTIEG		GESAMTDAUER
	[mm Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm/Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm/Hg/sec]	
Luftinstillation in den Ballon	24 (11,5 - 45)	2,9 (2 - 5)	91 (4,1 - 16,25)	7,5 (4 - 13)	28 (1 - 4,35)	10,6 (5 - 16)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	209 (9 - 38,5)	2,6 (1,75 - 3,25)	90 (3,15 - 16)	7,0 (4 - 14)	31 (1,6 - 5,75)	98 (5,5 - 16)
Instillation freier Luft ins Rektum	213 (11,25 - 31)	2,8 (1,5 - 5,5)	84 (3,1 - 11,25)	7,8 (5,25 - 12)	2,6 (1,2 - 3,7)	10,1 (5,5 - 15)

	LUFTINSTILLATION ALLE 10 SEC. MIT JE 10 ml		
	DRUCKABFALL		
	[mm Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm/Hg/sec]
Luftinstillation in den Ballon	195 (8 - 35,5)	2,6 (2 - 5)	8,7 (3,2 - 17,5)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	193 (8,5 - 29,5)	2,4 (1,5 - 4)	8,5 (3,1 - 14,75)
Instillation freier Luft ins Rektum	161 (7,5 - 24,5)	2,3 (1 - 4)	6,8 (3,15 - 10)

	LUFTINSTILLATION MIT 50 ml					
	DRUCKABFALL			DRUCKANSTIEG		GESAMTDAUER
	[mm Hg]	Dauer [sec]	Steilheit [mm/Hg/sec]	Dauer [sec]	Steilheit [mm/Hg/sec]	
Luftinstillation in den Ballon	47,5 (20 - 80,5)	5 (3 - 11)	7,55 (2,9 - 17,7)	13 (5 - 17)	3,2 (1,2 - 6)	17 (10 - 28)
Instillation freier Luft ins Rektosigmoid	35 (11,5 - 55)	5 (2 - 12)	6,9 (2,7 - 13,3)	12 (6 - 24)	2,9 (1,6 - 7,8)	18 (12 - 30)
Instillation freier Luft ins Rektum	35 (14 - 55)	4,5 (2 - 6)	8,6 (2,1 - 17,5)	12,8 (7 - 23)	2,7 (1,0 - 5,5)	19 (10 - 27)

Tab. 11: Fortsetzung

II. Obstipation

In den wenigen Zentren, in welchen die Manometrie zur klinischen Diagnosestellung bei Kindern mit ungeklärter Obstipation eingesetzt wurde, beschränkte man sich im wesentlichen darauf, einen M.Hirschsprung auszuschießen bzw. zu bestätigen. Ein normales Verhalten des M.sphincter ani internus wurde einer psychogenen oder habituellen Obstipation zugeschrieben. Beim Vorliegen eines Megacolons wurde von "idiopathischem Megacolon" gesprochen (Eisner (21,22), Arhan (3,4,5,6)). Aaronson(1) spricht bei pathologischem, irregulärem Verhalten des Anorektums von "intestinal obstruction". Erst das völlige Fehlen der Internusrelaxation galt als beweisend für einen M.Hirschsprung (alle Autoren) oder für einen M.Hirschsprung mit ultrakurzem Segment. Willital(92) untersuchte noch das Sphinkterhemmreflexsyndrom zur Abklärung einer Obstipation nach Sigmaresektion. Er fand als Ursache das Fehlen der Sphinkterantwort auf rektale Dehnung nach zu tiefer Sigmaresektion.

Wie wenig wir über die Genese der chronischen Obstipation wissen, beweisen die unklaren Begriffe, die diese Störung umschreiben: idiopathisches Megacolon oder Megarektum oder Pseudohirschsprung.

Erst Holschneider (32,35) versuchte mit Hilfe der Manometrie eine weitere Abgrenzung dieses Formenkreises. Er konnte in 30,7 % einen organischen Befund erheben; 46,5 % der Kinder wiesen keinen pathologischen Befund auf. 8,6 % der Kinder mit pathologischem Verhalten wurden der sog. habituellen Obstipation zugeschrieben. 20 % seiner Fälle zeigten jedoch einen Befund, den Holschneider erstmals manometrisch zu erfassen versuchte, die Analsphinkterachalasie.

1. Physiologie der Defäkation

Der Eintritt von Stuhl in das normalerweise leere Rektum verursacht sensorische Stimulation in Rektum und Beckenboden. Die reflektorische Relaxation des cranialen Teils des Analkanals, des die Hauptdruckbarriere darstellenden M.sphincter ani internus, über afferente, spinale Reflexbögen, ermöglicht dem rektalen Inhalt den Kontakt mit dem dortigen sensorischen Epithel (Duthie,17). Gleichzeitig kommt es zur reflektorischen Kontraktion des M.sphincter ani externus, so daß ein Stuhlschmieren verhindert wird. Ab einer rektalen Füllung von ca. 150 - 200 ml kommt es zur völligen Inhibierung des M.sphincter ani internus. Die M.sphincter ani externus und puborectalis können willkürlich kontrahiert werden und so die Defäkation verhindern. Wird die Bauchpresse betätigt, kommt es zur reziproken Hemmung der Beckenbodenmuskulatur. Das Diaphragma pelvis relaxiert ebenso wie der M.puborectalis. Dadurch wird der für die Kontinenz wichtige nach ventral offene anorektale Winkel von 82° abgeflacht. Der subcutane Anteil des M.sphincter ani externus, der bisher noch verschlossen war, und somit eine Füllung der tiefen vertikalen Rektumfalten ermöglichte, erschlafft (46). Der Analkanal wird 2-3 Querfinger aufgeweitet und der Darminhalt in wenigen Stößen bei geschlossener Glottis ausgeschieden (siehe Abb. 26). Nach der Defäkation kehrt das Anorektum in seine ursprüngliche Lage zurück (Kerremans,46, 65, 66, 67, 17)

Die für die Defäkation wichtigen Vorgänge sind also:

1. Transport von Stuhl ins Rektum
2. Wahrnehmung des Völlegefühls
3. Erschlaffung des M.sphincter ani internus
4. Erschlaffung des M.puborectalis
5. Erschlaffung des M.sphincter ani externus

zu 1:

Der Transport von Faeces ins Rektum kann gestört sein durch eine mechanische Behinderung oder durch gestörte Darmmotilität.

Als Ursachen für die mechanischen Behinderungen kommen Tumoren, Polypen oder Divertikel in Frage. Störungen der Darmmotilität können durch primäre Erkrankungen hervorgerufen werden, ebenso aber auch als Begleiterscheinungen endokriner Erkrankungen, Störungen des Vegetativums und Infektionskrankheiten. Auch genetische Mißbildungen gehen mitunter mit Darmmotilitätsstörungen einher. Diese Begleiterscheinungen werden mit der Primärerkrankung diagnostiziert.

Primäre Motilitätsstörungen sind das Zuelzer-Wilson Syndrom, M.Hirschsprung, ultrakurzes aganglionäres Segment, Hypogangliose, neuronale Dysplasie und evtl. auch Sigma elongatum.

Zu 2:

Bei Spina bifida oder Meningomyelocelen, traumatischen Querschnittslähmungen oder Laxantienabusus kann es zur Störung der Sensorik kommen. Dies führt zur mangelhaften Perception des Defäkationsreizes. Die willkürlichen Muskeln werden nicht betätigt. Die zu lange Verweildauer des Stuhls führt zu einer vermehrten Eindickung und zu einer Behinderung der Defäkation.

Zu 3:

Rückenmarksläsionen, Analosphinkterachalsien oder zu tiefe Sigmaresektionen bewirken eine mangelhafte Internusrelaxation. Der M.sphinkter ani internus bleibt in seiner tonischen Dauerkontraktion und wirkt so wie eine Analstenose, die mechanisch aufgedehnt werden muß.

zu 4:

Die Erschlaffung des M.puborectalis kann willkürlich unterdrückt werden. Ihr Ausbleiben ist also ein Hinweis auf eine psychogene Defäkationsstörung.

Zu 5:

Auch die Erschlaffung des M.sphinkter ani externus kann für ca. 1 min. verhindert werden. Durch Sklerosierung dieses Muskels kann es jedoch ebenfalls zu einer Stenose kommen.

Eine Behinderung der Defäkation kann auch eintreten nach Anal- oder Rektumatresien durch Entstehen einer Analstenose auf Grund mangelhafter Bougierung oder beim Sphinkterhemmreflexsyndrom (Willital,92), bei tiefen Atresien mit einem nicht relaxierenden M.sphinkter ani internus.

Von diesen Defäkationsstörungen sind alle, die mit einer funktionellen Störung einhergehen, der anorektalen Manometrie zugänglich:

1. Neuronale Darmmotilitätsstörungen
2. Mangelhafte Internusrelaxation
3. Willkürliche Defäkationshemmung
4. Störungen der Sensorik können anamnestisch bei der Manometrie festgestellt werden.

2. Manometrische Untersuchungen zur Obstipation

M.Hirschsprung

M.Hirschsprung ist die klassische, manometrisch diagnostizierbare Krankheit.

Der Test beruht darauf, daß bei rektaler Stimulation die Reflexantwort des M.sphincter ani internus ausbleibt. Die Erstbeschreiber dieses Phänomens waren 1964 Callaghan (8) und Nixon. Bis heute ist dieser Test von allen Untersuchern, die sich mit der Elektromanometrie befassen, bestätigt worden. Swenson (79) schreibt, daß nur bei $\frac{1}{3}$ seiner Patienten die Diagnose M.H. mit herkömmlichen Methoden auf Anhieb gestellt werden konnte. Tobon (83) gibt bei Verwendung von anorektaler Manometrie eine Treffsicherheit von 100 % an.

Aaronson (1) beschreibt, gemessen mit der Sonde nach Nixon, spontane Wellen unterschiedlicher Frequenz in 52 % der untersuchten Fälle im Rektum. Diese Wellen werden deutlicher, wenn der Rektalballon aufgeblasen wird. Der Druck im Internusbereich ist deutlich erhöht auf 32 - 64 cm H₂O mit einem Mittel bei 44 cm H₂O. In 94 % waren die Internusaktivitäten mit einer Amplitude von 15 - 20 cm H₂O und einer Frequenz von 8-12/MIN ausgeprägter als bei gesunden Kindern.

Eisner (21,22) weist darauf hin, daß in Ruhe die Compliance kleiner als 2,5 ml/mm Hg ist.

Holschneider stellt ebenfalls ein deutlich überhöhtes anorektales Druckprofil fest (30 ± 5 mm Hg). Die anorektalen Fluktuationen waren irregulär oder zeigten eine mit 6 ± 2 mm Hg vergrößerte Amplitude von normaler Dauer und Frequenz. Spontanrelaxationen kamen nicht vor. Bei 17 der 21 untersuchten Patienten konnten sog. mass contractions, wie sie erstmals von Howard (42) und Nixon 1968 beschrieben wurden, beob-

achtet werden. Der rektale Ruhedruck war normal. Oberhalb des aganglionären Segments konnten Propulsionen in normaler Häufigkeit induziert werden; sie verschwanden jedoch im Segment. Im Segment herrscht normaler Druck von 5 mm Hg, die Compliance beträgt dort jedoch nur 5 ± 1 ml/mm Hg. In 16 Fällen fehlten auch außerhalb des Segments die Adaptionsreaktionen; das kritische Volumen war über 300 ml erhöht.

Megacolon mit ultrakurzem Segment

1934 hat Hurst (44) erstmals dieses Krankheitsbild beschrieben.

Es handelt sich dabei um ein ultrakurzes aganglionäres Segment von 4-6 cm Länge im distalen Rektum. Die Diagnose mit Kontrasteinlauf wird deshalb nur den Befund "Megacolon" erbringen, da der klassische Lumensprung fehlt. Auch die Biopsie vermag keine eindeutige Aussage zu erbringen, da, altersabhängig, oberhalb des M.sphincter ani internus sich physiologischerweise bereits ein 0,5 - 1 cm langes aganglionäres Segment befindet. Die einzige sichere Methode, ein ultrakurzes Segment zu diagnostizieren, ist die anorektale Manometrie. Ebenso ermöglicht sie die Differentialdiagnose zu M.Hirschsprung, was im Hinblick auf die Therapie von größer Wichtigkeit ist.

Die Manometrie zeigt als eindeutiges Kriterium das Fehlen der Internusrelaxation auf rektale Stimulation (Nissan(55), Holschneider (38) etc.)

Holschneider, der diese Krankheit neurogene Analsphincterachalasie nennt, beschreibt Kurven, ähnlich denen bei M.Hirschsprung. Die anorektalen Fluktuationen zeigen eine Amplitudenzunahme von 2-3 mm Hg bei einer Frequenz von 12/min und einer Dauer von 6 sec. Das anorektale Druckprofil ist mit 30 ± 5 mm Hg deutlich

erhöht. Die Adaptionreaktion ist unauffällig, der Defäkationsreflex nur bedingt auslösbar. Im Sigmoid ausgelöste Wellen gelangen nicht ins tiefe Rektum. Sie verschwinden im suprasphinctären aganglionären Bezirk. So konnte auch die Ausdehnung dieses Segments bestimmt werden, in dem durch Zurückziehen eines Meßkatheters die Stelle des Verschwindens der Wellen bestimmt wird. Die Compliance ist auf durchschnittlich 12 ml/mm Hg erhöht, das kritische Volumen schwankt zwischen 300 und 600 ml.

Die Lagebestimmung des ultrakurzen Segments ist differential-diagnostisch wichtig zur Abgrenzung gegenüber dem M.Hirschsprung.

Therapie: Ein kurzes aganglionäres Segment kann mit anorektaler Myektomie behandelt werden (Nissan(55), Holschneider (38))

Ungenügende Erschlaffung des M.sphincter ani internus

Hierher gehören eigentlich auch M.Hirschsprung und ultrakurzes Segment, da, wie Rehbein gezeigt hat, auch hier eine Achalasie des M.sphincter ani internus vorliegt, die wegen des aganglionären Segments verborgen bleibt.

Hurst (44, 1925) hat erstmals eine Sphincterachalasie als Grund für eine Defäkationsstörung angenommen.

Holschneider (32, 35) führte erstmals manometrische Untersuchungen bei Sphincterachalasien durch. Er unterscheidet eine myogene Analsphincterachalasie, eine neurogene Analsphincterachalasie und eine neurovegetative Analsphincterachalasie.

Hier soll die myogene und die neurovegetative Analsphincterachalasie beschrieben werden.

Myogene Analsphincterachalasie

Das Bild der myogenen Analsphincterachalasie, ist auf Grund ihrer Genese unterschiedlich. Die durch Entzündungsprozesse zunehmende Fibrosierung des M.sphincter ani internus kann sowohl zu einem erhöhten Druckprofil wie auch zu einem klaffenden Anus führen.

Die Manometrie zeigte beim überwiegenden Teil der Kinder inkonstante, irreguläre, im Druck um 1-2 mm Hg verminderte anorektale Fluktuationen. Niemals konnten spontane Relaxationen beobachtet werden.

Eine Relaxation konnte immer ausgelöst werden. Der Schwellenwert für die Auslösung war jedoch auf 15-20 ml heraufgesetzt. Die Form der Relaxationen war rudimentär und unabhängig von der Füllung. Die maximale Tiefe betrug 2-4 mm Hg, die Dauer war verlängert. Gelegentlich konnten steile Einbrüche von 2-4 mm Hg Tiefe und 1-3 sec Dauer beobachtet werden. Propulsive Wellen waren nur schwer auslösbar; die Compliance schwankte je nach Ausmaß der Dilatation. Eine typische Kontinenzreaktion war nur bei wenigen Kindern festzustellen.

Therapie: Sphincteromyotomie

Neurovegetativ - psychogene Analsphincterachalasie

Das richtige Erkennen gerade dieses Krankheitsbildes ist von großer Wichtigkeit, da es sich hierbei um eine Verhaltensstörung handelt, die sich am Sphincter manifestiert.

Der Grund für diese Obstipation liegt an der willkürlichen Defäkationsunterdrückung durch Kontraktion der Beckenbodenmuskulatur. Es liegt eine Dyspraxie vor, bei der die Patienten nicht in der Lage sind, glatte und quergestreifte Beckenbodenmuskulatur wäh-

rend des Defäkationsaktes koordiniert erschlaffen zu lassen (Holschneider, 32, 35).

Häufig findet man in der Vorgeschichte dieser Kinder ein erzwungenes Darmtraining (Holschneider, 32, 35).

Der Großteil der Kinder zeigt unregelmäßige anorektale Fluktuationen, jedoch normale Amplitude, Frequenz und Dauer. Spontanrelaxationen treten kaum auf.

Das Rektum zeigt in Ruhe oft eine ausgeprägte Hyperperistaltik mit hohen segmentalen Kontraktionen, die jedoch selten fortgeleitet werden. Diese Hyperaktivität kann fast regelmäßig nach Stimulationen des Rektosigmoids mit Luft oder Wasser beobachtet werden. Bei den meisten Kindern zeigt sich eine pathologische Relaxation. Charakteristisch ist eine ausgeprägte Kontraktion der quergestreiften Beckenbodenmuskulatur bei Wahrnehmung des Boluseffektes zu Beginn der Relaxation.

Therapie: Psychotherapie, wenn nutzlos: Sphincteromyotomie

3. Untersuchungsergebnisse mit Tip-Manometern

Wir haben 22 Untersuchungen an 14 Kindern mit Stuhlentleerungsschwierigkeiten durchgeführt. Dabei wurden folgende Diagnosen gestellt:

- Sigma elongatum (7 Kinder)
- M.Hirschsprung (4 Kinder)
- Analsphincterachalasie (1 Kind)
- rektales Inertiasyndrom (1 Kind)
- psychogene Obstipation (1 Kind)

Die Auswertung erfolgte analog der bei anorektal gesunden Kindern.

Obstipation mit Überlaufinkontinenz bei Sigma elongatum

Vorbemerkung

Das Sigma elongatum ist eine angeborene, stark verlängerte Sigmaschlinge. Kantor (47) fand in 69 % seiner Patienten mit verlängertem Sigma eine bis zur Geburt zurückreichende Obstipation. Die Obstipation wird der Mehreindickung des Stuhls durch die längere Verweildauer im verlängerten Sigma zugeschrieben. Es treten oft beschwerdefreie Intervalle von mehreren Wochen auf.

Die Diagnose wird röntgenologisch gestellt. Ergebnisse präoperativer manometrischer Untersuchungen sind uns nicht bekannt.

Manometrische Ergebnisse:

a) Das anorektosigmoidale Ruhedruckprofil

Bei einem Kind wurden Druckprofile bei der Einlieferung sowie während der stationären Behandlung, die regelmäßige wash outs beinhaltet, durchgeführt. Dabei fand sich im ungereinigten Zustand ein Druck von maximal 15,7 mmHg im Anorektum; der höchste Wert, im Sigma gemessen, betrug 48,4 mmHg. Im Verlaufe der Behandlung stieg der Druck im Anorektum auf 27,5 mmHg; im Sigma fiel er auf 0 mmHg. Die folgende Tabelle 12 enthält die Mediane der Werte aus 10 Druckprofilen von 7 Kindern mit gereinigtem Enddarm.

cm oberhalb Anocutanlinie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Druck in mm Hg n = 10	25,4	17,75	5,5	2,1	1,5	0,5	0,2	0,9	-0,55	-0,5	1,55	1,5	0,6	0,5	1,0

Tab. 12: Anorektales Druckprofil bei Kindern mit
Sigma elongatum und Überfließinkontinenz

Abbildung 36 zeigt ein Diagramm über diese Werte.

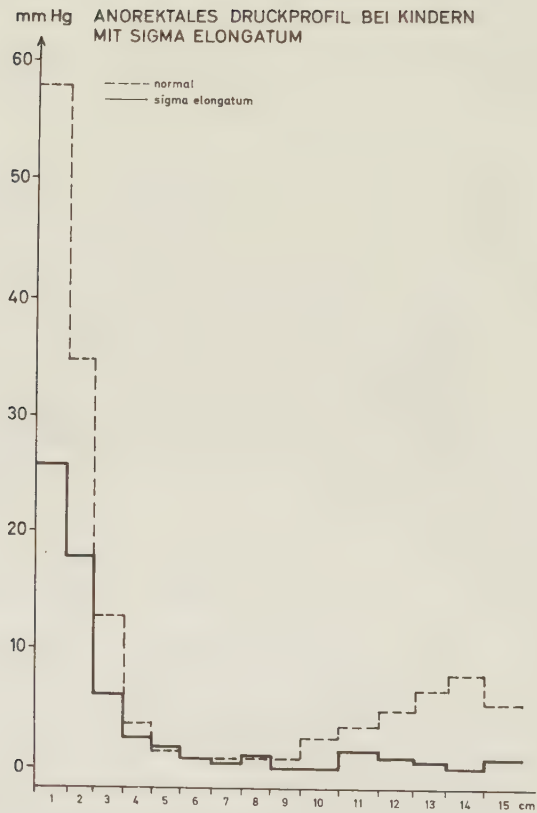


Abb. 36: Anorektales Druckprofil bei Kindern mit Sigma elongatum

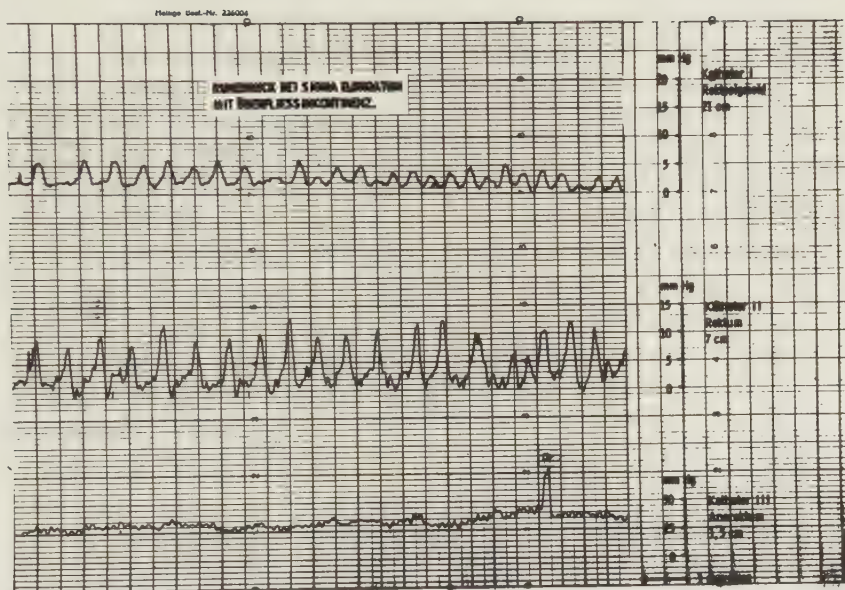


Abb. 37: Ruhedruckprofil bei *Sigma elongatum* mit Überfließinkontinenz. Vergleiche dazu auf Abb. 32 das Ruheverhalten von darmgesunden Kindern. Vergleiche dazu Punkt 1 und 2 bei der Zusammenfassung.

b) Ruheaktivitäten

Bei 11 von 14 durchgeführten Untersuchungen konnten Wellen mit einer Frequenz von durchschnittlich 6/min (1-8/min) und einer Amplitude von durchschnittlich 3,3 mmHg (2,2 - 11,2 mmHg) im Rektosigmoid beobachtet werden. Aufgesetzt waren Fluktuationen mit einer Frequenz von durchschnittlich 23/min (20 - 25/min) und einer Amplitude von durchschnittlich 0,8 mmHg (0,2 - 1 mm Hg) (siehe Abb. 37).

Das Ruhebild im Rektum war geprägt von schnellen Fluktuationen mit einer Frequenz von durchschnittlich 22/min (13-29/min) und einer Amplitude von durchschnittlich 1,2 mmHg (0,2 - 3,3 mmHg). Nur bei 5 der 14 Untersuchungen konnten Wellen mit einer durchschnittlichen Amplitude von 7,1 mmHg (4,3 - 11,8 mmHg) und in einer Anzahl von durchschnittlich 5/min (4-6 min) gesehen werden (siehe Abb. 37).

Das Anorektum zeigte Fluktuationen von durchschnittlich 5 mm Hg (2 - 6,1 mmHg) Höhe und mit einer Frequenz von durchschnittlich 20/min (16 - 20/min) (siehe Abb. 37).

Tabelle 13 vergleicht die Ruhewerte von darmgesunden Kindern mit denen von Kindern mit Sigma elongatum.

c) Ballonstimulation

Bei 50 % der Stimulationen konnten sowohl im Rektosigmoid als auch im Rektum lokale Reaktionen nachgewiesen werden. Wegen der Wellenhäufigkeit bereits im Ruhezustand konnte nicht festgestellt werden, ob durch die Stimulation Wellen ausgelöst worden waren. Im Verlaufe des Versuchs wurden die Wellenamplituden kleiner, bis, in den meisten Fällen, am Ende der Stimula-

VERGLEICH DER RUHEWERTE IN REKTOSIGMOID REKTUM
UND ANOREKTUM VON DARMGESUNDEN KINDERN UND KINDERN MIT SIGMA ELONGATUM

Ruhewerte im Rektosigmoid :

	Ruhedruck (mm Hg)	hochfreq. Aktivität		Wellen		Wellenhäufigkeit in % der Fälle
		A	f	A	f	
darmgesund	5,5	1,1 (0,5 - 2)	22,5 (16 - 30)	2,5	5,9 (3 - 8)	58
Sigma elongatum	1,0	0,8 (0,2 - 1)	23 (20 - 25)	3,3 (2,2-11,2)	5 (1 - 8)	78,6

Ruhewerte im Rektum :

	Ruhedruck (mm Hg)	hochfreq. Aktivität		Wellen		Wellenhäufigkeit in % der Fälle
		A	f	A	f	
darmgesund	0,6	1,36 (0,75-2)	23,3 (18-30)	3,0	6,0 (3 - 8)	67
Sigma elongatum	0,5	1,2 (0,2-3,3)	22 (13-29)	7,1 (4,3-118)	5 (4 - 6)	35,7

Ruhewerte im Anorektum :

	(Ruhedruck [mm Hg]		hochfreq. Aktivit.		
	1. cm	2. cm	A	f	
darmgesund	57,6	34,7	4,5 (2-6)	22 (15-30)	
Sigma elongatum	25,4	17,75	5 (2-6,1)	20 (16-20)	

Die Werte der darmgesunden Kinder wurden aus Tab. ... übernommen
Für Sigma elongatum gilt n =14

A : Amplitude [mm Hg] f : Frequenz [1 / min]

Tab. 13: Vergleich der Ruhewerte in Rektosigmoid, Rektum und Anorektum von darmgesunden Kindern und Kindern mit Sigma elongatum. Die Werte der darmgesunden Kinder wurden aus Tabelle 11 entnommen.

Für Sigma elongatum gilt n = 14.

A: Amplitude (mm Hg) f: Frequenz (1/min)

tionsfolge keine spontanen Wellen mehr beobachtet werden konnten. Das Rektosigmoid zeigte sich dann fast ohne Bewegung.

Über die Reaktionen im Anorektum informiert Tabelle 14. In 11 % der Stimulationen konnte keine Relaxation ausgelöst werden.

d) Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid

Die Antwort auf die Stimulation des Rektosigmoids mit Luft zeigte den deutlichsten Unterschied zu gesunden Kindern. Bei 46,8 % der Stimulationen mit 10 ml alle 30 sec und in 35 % bei den Stimulationen alle 10 sec war keine eindeutig identifizierbare Relaxation nachweisbar. An Relaxationen schloß sich zumeist eine breite Kontinenzreaktion an (siehe Abb. 38). Bei der Stimulation konnte in 29,8 % der Versuche im Sigma eine lokale Reaktion beobachtet werden, im Rektum in 31,6 % der Fälle.

Über die Reaktionen im Anorektum gibt Tabelle 15 Auskunft. Nach der Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid konnten durchschnittlich 50 ml Luft aus dem Rektum aspiriert werden. Eine Reaktion darauf war nur in zwei Fällen sichtbar.

e) Stimulation mit freier Luft im Rektum

Das Einblasen freier Luft ins Rektum verursachte dort in 27,6 % der Versuche eine lokale Reaktion; im Rektosigmoid in 6,9 %. Bei der Stimulation alle 30 sec konnte in 9,1 % der Versuche keine Relaxation gesehen werden. In 15,1 % resultierte eine breite Kontinenzreaktion. Dies konnte auch in einem Fall bei der Stimulation mit 50 ml Luft gesehen werden.

Über die Reaktionen im Anorektum informiert Tabelle 16.

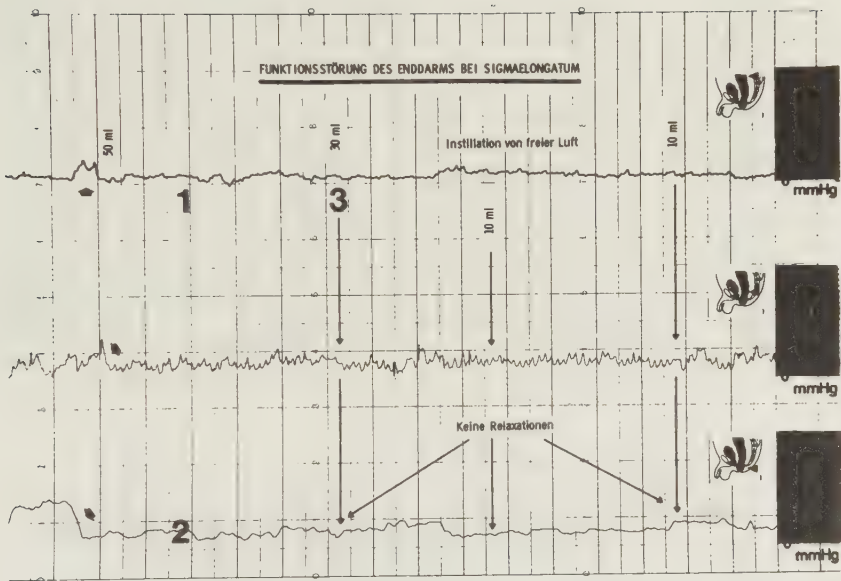


Abb. 38: Funktionsstörung des Enddarms bei Sigma elongatum

ÜBERBLICK ÜBERDIE REFLEKTORISCHE RELAXATION DES
ANOREKTUMS BEI SIGMA ELONGATUM BEI STIMULATION DES REKTUMS DURCH EINEN BALLON

Ballonstimulation mit 10 ml alle	30 sec		10 sec		mit 50 ml	
	Sigma - elongatum	darm gesund	Sigma - elongatum	darm gesund	Sigma - elongatum	darm gesund
Druckabfall in [mmHg]	9,4 (5- 15)	24 (11,5- 45)	6 (3,5 - 7,5)	19,5 (8-35,5)	21 (7,5-29,5)	47,5 (20 - 80,5)
Steilheit des Abfalls in [mm Hg/sec]	2,6 (1,1 - 5,7)	9,1 (4,1-16,25)	1,7 (0,7 - 2,2)	8,7 (3,2-17,5)	3,1 (1,25-5,25)	7,55 (2,9 - 17,7)
Steilheit des Wiederanstiegs in [mm Hg/sec]	1,8 (0,3 - 3,75)	2,8 (1-4,35)	—	—	2,7 (0,3 - 4,3)	2,2 (1,2 - 6)
Dauer des Abfalls in [sec]	4,9 (3 - 7)	2,9 (2 - 5)	3,75 (2 - 5)	2,6 (2 - 5)	6 (4 - 8)	5 (3 - 11)
Dauer des Anstiegs in [sec]	6 (3,5 - 8,5)	7,5 (4 - 13)	—	—	7 (5 - 16)	13 (5 - 17)
Gesamtdauer in [sec]	10,1 (7 - 13,5)	10,6 (5 - 16)	—	—	14 (10 - 26)	17 (10 - 28)

Tab. 14: Überblick über die reflektorische Relaxation
des Anorektums bei Sigma elongatum bei Stimu-
lation des Rektums durch einen Ballon.

Mittelwerte der Mediane aus 7 Untersuchungen.
In Klammern der niedrigste und der höchste
Median.

ÜBERBLICK ÜBER DIE REFLEKTORISCHE RELAXATION DES ANOREKTUMS BEI SIGMA ELONGATUM
BEI STIMULATION MIT FREIER LUFT IM REKTOSIGMOID

Luftinstillation 10 ml alle	30 sec		10 sec		mit 50 ml	
	Sigma elongatum	darm- gesund	Sigma elongatum	darm gesund	Sigma elongatum	darm gesund
Druckabfall in [mm Hg]	5,8 (0 - 14,5)	20,9 (9-38,5)	10 (0 - 20)	19,3 (8,5 - 29,5)	15 (5 - 27,5)	35 (14 - 55)
Steilheit des Abfalls in [mm Hg/sec]	1,5 (0 - 3,6)	9,0 (3,15-16)	2,7 (0 - 5)	8,5 (3,1 - 14,75)	1,75 (0,6 - 5)	6,9 (2,7 - 13,3)
Steilheit des Wiederanstieges in [mm Hg/sec]	0,75 (0 - 1,4)	3,1 (1,6-5,75)			3,0 (0,7 - 6)	2,9 (1,6 - 7,8)
Dauer des Abfalls in [sec]	4,1 (3 - 5,5)	2,6 (1,75-3,25)	3,4 (3 - 4)	2,4 (1,5 - 4)	8,0 (3 - 11)	5 (2 - 12)
Dauer des Anstiegs in [sec]	5,9 (4 - 9)	7,0 (4 - 14)			9,0 (5 - 17)	12 (6 - 24)
Gesamtdauer in [sec]	12 (9 - 16)	9,8 (5,5-16)			16 (8 - 28)	18 (12 - 30)

Tab. 15: Überblick über die reflektorische Relaxation des Anorektums bei Sigma elongatum bei Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid.

Mittelwerte der Mediane aus 7 Untersuchungen.
In Klammern der niedrigste und der höchste Median.

ÜBERBLICK ÜBER DIE REFLEKTORISCHE RELAXATION DES ANOREKTUMS
BEI SIGMA ELONGATUM BEI STIMULATION MIT FREIER LUFT IM REKTUM

Luftinstillation 10 ml alle	30 sec		10 sec		mit 50 ml	
	Sigma elongatum	darm gesund	Sigma elongatum	darm - gesund	Sigma elongatum	darm - gesund
Druckabfall in [mm Hg/sec]	7,85 (0 - 20)	21,3 (11,25-31)	15,5 (7,5 - 20)	16,1 (7,5 - 24,5)	17 (10 - 35)	35 (14 - 55)
Steilheit des Abfalls in [mm Hg/sec]	2,0 (0 - 7,5)	8,4 (3,1 - 11,25)	3,8 (1,6 - 6,25)	6,8 (3,15 - 10)	2,15 (0 - 4,4)	8,6 (2,1 - 17,5)
Steilheit des Wiederanstiegs in [mm Hg / sec]	1,5 (0 - 3,9)	2,6 (1,2 - 3,7)			1,7 (0 - 4,6)	2,7 (1 - 5,5)
Dauer des Abfalls in [sec]	4,4 (2 - 8)	2,8 (1,5 - 5,5)	4,1 (3 - 5,5)	2,3 (1 - 4)	7 (6 - 14)	4,5 (2 - 6)
Dauer des Anstiegs in [sec]	5,9 (3 - 8)	7,8 (5,25 - 12)			10 (7 - 30)	12,8 (7 - 23)
Gesamtdauer in [sec]	9,8 (7 - 15)	10,1 (5,5 - 15)			16 (13 - 30)	19 (10 - 27)

Tab. 16: Überblick über die reflektorische Relaxation des Anorektums bei Sigma elongatum bei Stimulation mit freier Luft im Rektum. Mittelwerte der Mediane aus 7 Untersuchungen. In Klammern der niedrigste und der höchste Median.

Zusammenfassung

1. Bei Kindern mit Sigma elongatum waren Wellenhäufigkeit und Wellenamplitude im Rektosigmoid gegenüber darmgesunden Kindern erhöht; im Rektum war die Wellenhäufigkeit vermindert, auftretende Wellen hatten jedoch eine höhere Amplitude.
2. Bei darmgesunden Kindern liegt ein Druckgradient in Richtung Anus und ein entgegengesetzt gerichteter Frequenzgradient der Wellen vor. Bei Kindern mit Sigma elongatum war dies umgekehrt. Dies scheint die Koprostase im Sigma zu begünstigen.
3. Bei Stimulation ergaben sich durchschnittlich niedrigere Werte bei allen Parametern der Relaxationen; auch lokale Reaktionen konnten weniger häufig registriert werden.
4. Insbesondere bei der Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid blieben in 46,8 % der Fälle bei Stimulation alle 30 sec und in 35 % der Fälle bei Stimulation alle 10 sec die Relaxationen aus. Dies kann Ausdruck einer vorhergehenden Überdehnung des Sigmas durch Stuhl und einer dadurch bedingten Heraufsetzung der Schwelle zur Auslösung einer Relaxation sein. Die niedrige Druckbarriere bei überdehntem Sigma wäre dann auf eine partielle "Dauerinhibition" des M.sphincter ani internus zurückzuführen. Dafür spräche die beobachtete Erhöhung der Druckbarriere nach Reinigungsseidläufen.

Morbus Hirschsprung

1964 beschrieben Callaghan (8) und Nixon das Ausbleiben des Sphinkterhemmreflexes bei Morbus Hirschsprung. Diese Beobachtung wurde seither immer wieder bestätigt. Die anorektale Manometrie wurde deshalb als screening test für Aganglionosen verwandt. Mit diesem Test kann ein Morbus Hirschsprung eindeutig ausgeschlossen werden (1, 3, 4, 5, 18, 19, 20, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 43, 44, 49, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 70, 71, 74, 75, 77, 78, 79).

Wir haben vier Kinder mit Aganglionosen untersucht, davon eines präoperativ und drei postoperativ.

a) präoperativ

Es handelte sich um einen 3-jährigen Jungen. Wegen der ileusähnlichen Zustände war in einer auswärtigen Klinik bei dem Kind eine Colostomie angelegt worden.

1. Wir fanden in 1,5 - 2 cm Höhe einen Ruhedruck von 45 mm Hg (normal: 34,7 mmHg). Das Druckprofil ergab einen maximalen Druck von 82,5 mmHg (normal: 57,6 mmHg). Der Ruhedruck im Rektum (Höhe: 7 cm) war mit Werten zwischen 0 und 5 mmHg normal. Auch der Druck im Rektosigmoid (Höhe 21 cm) war mit 10 mmHg im Normbereich. Die Fluktuationen im Anorektum hatten eine Höhe von 5-7 mmHg (normal: 2-6 mmHg).
2. Bei der Stimulation mit dem Ballon konnten keine Relaxationen ausgelöst werden. In einem Fall konnte bei der Schnelldehnung ein stufenförmiger, volumenabhängiger Druckanstieg im Anorektum beobachtet werden.

3. Bei der Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid konnten Wellen ausgelöst werden, die jedoch ins Rektum nicht weitergeleitet wurden. Im Anorektum si-
stierten als Antwort die Fluktuationen.
4. Bei der Stimulation mit freier Luft im Rektum konn-
ten ebenfalls keine Relaxationen ausgelöst werden.
5. Der Basaldruck im Anorektum stieg, im Gegensatz zu
gesunden Kindern, während der Füllung von Rektosig-
moid und Rektum mit Luft an.
6. Bei der Stimulation mit 2 ml Wasser in Rektosig-
moid und Rektum konnte eine Zunahme der Flukтуа-
tionsamplituden bis zu 15 mmHg beobachtet werden.

Eine überhöhte anorektale Druckbarriere bei Morbus
Hirschsprung wird auch von anderen Autoren (1, 31, 32,
33, 34, 78) beschrieben. Auch die ausgeprägte Ampli-
tude der Fluktuationen im Anorektum wird erwähnt (1,
31, 32, 33, 34) (siehe Abb. 39)

b) Postoperativ.

Der Erfolg der chirurgischen Therapie kann daran ge-
messen werden, wie "normal" sich das Anorektum post-
operativ verhält. Die anorektale Manometrie vermag
objektive Aussagen darüber zu machen (74).

Es wurden zwei Kinder im Alter von 5 und 6 Jahren un-
tersucht. Beide waren nach Rehbein operiert worden
und waren beschwerdefrei.

Die anorektalen Ruhedruckwerte lagen im Normbereich.

Bei den Stimulationen reagierten beide mit flachen,
verlängerten Relaxationen. Wellen, die im Rektosig-
moid ausgelöst worden waren, wurden ins Rektum wei-
tergeleitet. (siehe Abb. 40)

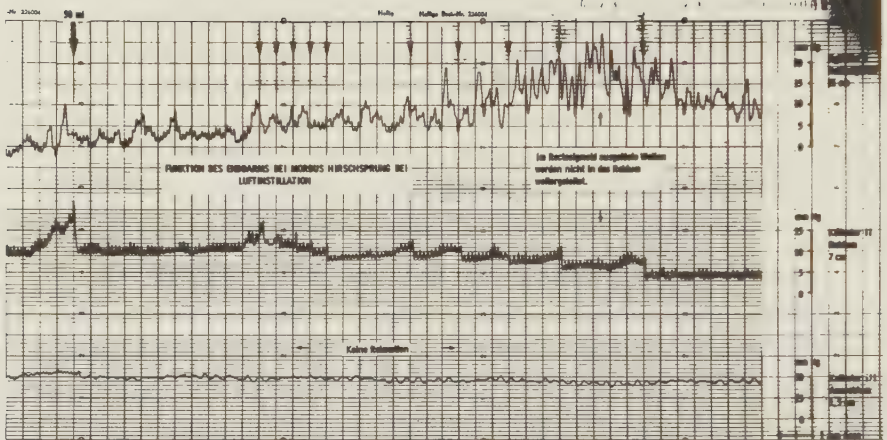


Abb. 39: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation im Rektosigmoid mit freier Luft bei Morbus Hirschsprung.

Die im Rektosigmoid ausgelösten Wellen werden nicht ins Rektum weitergeleitet. Die registrierten Druckanstiege ins Rektum sind auf die rein mechanische Weiterleitung der Luft zurückzuführen.

Keine der Stimulationen führt zu einer Relaxation. Die kleinen Dreiecke kennzeichnen die Stimulation mit 10 ml Luft im Rektosigmoid.

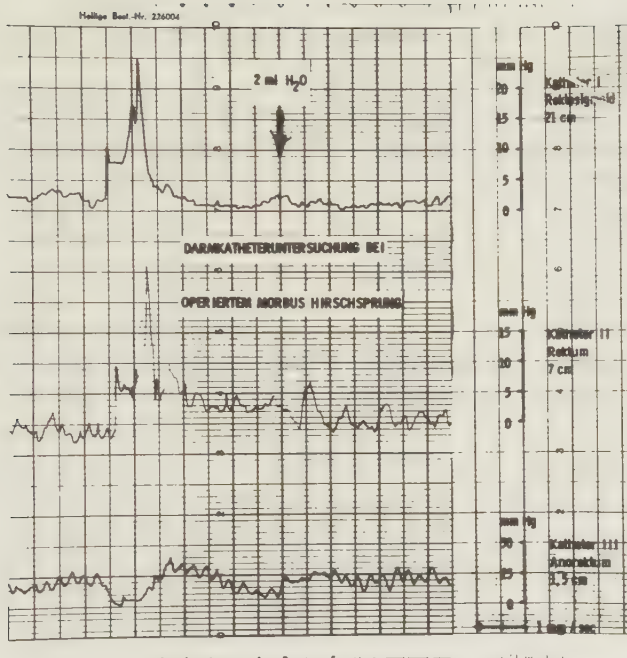


Abb. 40: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Stimulation im Rektosigmoid mit 2 ml H_2O bei operiertem Morbus Hirschsprung (Reifbein).

Durch Stimulation mit 2 ml H_2O wird im Anorektum eine flache Relaxation ausgelöst.

Eine im Rektosigmoid ausgelöste Welle wird ins Rektum weitergeleitet und führt im Anorektum zu einer Relaxation.

Das dritte, ebenfalls nach Rehbein operierte, 1 1/2 Jahre alte Kind hatte noch ein mit 75 mmHg maximaler Höhe überhöhtes Druckprofil.

Es zeigte nur bei der Stimulation mit dem distal der Anastomose liegenden Ballon flache Relaxationen. Wellen aus dem Rektosigmoid wurden ins Rektum fortgeleitet.

Chronische Obstipation

Die chronische Obstipation im Kindesalter bedarf einer besonders genauen Diagnostik, um die Sekundärpathologie eines Megacolons mit Überfließinkontinenz zu verhindern.

Es gilt Diätatische oder psychische Obstipationen von definitiven Funktionsstörungen zu unterscheiden und damit einer gezielten Therapie zugänglich zu machen.

Wir haben drei Kinder mit chronischer Obstipation untersucht und sind zu folgenden Diagnosen gekommen:

a) Psychogene Obstipation

Der schüchterne 8-jährige Junge (Archiv-Nr. 80364) litt seit Jahren an einer chronischen Obstipation. Seit dem Schuleintritt war die Inkontinenz hinzugekommen.

In Ruhe konnte im Rektosigmoid ein Druck von - 5 mmHg, im Rektum von 15 mmHg und im Anorektum von 60 mmHg gemessen werden. Das Anorektum war unruhig und von häufigen Spontanrelaxationen und Kontinenzreaktionen gekennzeichnet.

Die Relaxationen waren prompt auslösbar, von großer Tiefe und Steilheit, jedoch ständig von Willkürkontraktionen unterbrochen. Dies ergab insgesamt einen

unruhigen Verlauf bei allen Versuchen. Auffällig waren neben dem hohen Rektumdruck auch dessen ungleichmäßige Wellen.

Da die Relaxationen prompt auslösbar und von genügender Tiefe waren, mußte eine Obstipation mit psychogener Grundlage angenommen werden. Die Therapie, Stuhltraining, war auch erfolgreich. Nur in Streßzeiten wurde der Junge rückfällig.

b) Analsphincterachalasie:

Der 5-jährige Junge (konsiliarisch) litt seit 2 Jahren an chronischer Obstipation.

Das Rektosigmoid zeigte normale Fluktuationen und normales Wellenverhalten. Der Ruhedruck war -7,5 mmHg.

Das Rektum hatte einen Ruhedruck von 10 mmHg und zeigte normales Verhalten von Fluktuationen und Wellen.

Das Anorektum hatte einen Ruhedruck von 25 mmHg. Es zeigte merkwürdig lange und flache Spontanrelaxationen und kantige, niedrige Fluktuationen.

Bei der Stimulation mit dem Ballon alle 30 sec ergaben sich keine abgrenzbaren Relaxationen; der Druck im Anorektum sank insgesamt auf 12 mmHg nach der letzten Instillation ab. Bei der Schnelldehnung alle 10 sec konnte ein angedeuteter stufenförmiger Druckabfall von jeweils 5-6 mmHg beobachtet werden.

Die Stimulation mit freier Luft im Rektosigmoid blieb im Anorektum unbeantwortet. Erst die Stimulation mit 50 ml Luft löste eine Relaxation um 10 mmHg aus.

Die Stimulation mit freier Luft im Rektum ergab wieder nur ein konstantes Absinken des Ruhedrucks im Anorektum.

Aufgrund der Beschreibung des Kurvenverlaufs bei Analsphincterachalasie in der Literatur (28, 31)

haben wir die Diagnose Anasphincterachalasie gestellt (siehe Abb. 41). Die Therapie bestand in einer Sphincteromyotomie.

c) Rektales Inertiasyndrom:

Der 5-jährige Junge (konsiliarisch) litt seit der Geburt an chronischer Obstipation.

Auffällig war der Ruhedruck im Rektum von 10 mmHg. Das Anorektum zeigte einen niedrigen Ruhedruck von 25 mmHg, jedoch mit regelrechten, rundlich geformten Fluktuationen von 2mmHg Höhe.

Die Stimulation mit dem Ballon führte erst ab einer Füllung mit 30 ml zu einer Reaktion im Anorektum. Auch die Injektion freier Luft ins Rektosigmoid bedurfte 30 - 50 ml Luft, um den Sphinkterhemmreflex auszulösen. Dies ähnelte dem Bild, das Willital (78) beim Rektalen Inertiasyndrom nach Sigmaresektion beschreibt. Die Therapie besteht in diesem Fall in der täglichen Entlastung des Darms durch Erziehung zur spontanen Defäkation oder notfalls durch rektale Spülungen (78).

Zusammenfassung:

Die an den gesunden Kindern gesammelten Erfahrungen und Parameter erlauben es, anorektal pathologisches Verhalten klar von anorektal normalem Verhalten abzugrenzen.

Dies ermöglicht einerseits den klaren Ausschluß anorektaler Dysfunktionen und andererseits den Vergleich des anorektalen Verhaltens operierter Kinder mit dem von gesunden. Daraus läßt sich eine Prognose über den Operationserfolg ableiten. Pathologische Verhaltensmuster im Anorektum können nach ihrer Zuordnung zu gewissen Organstrukturen zur Diagnose der Störungursache führen.

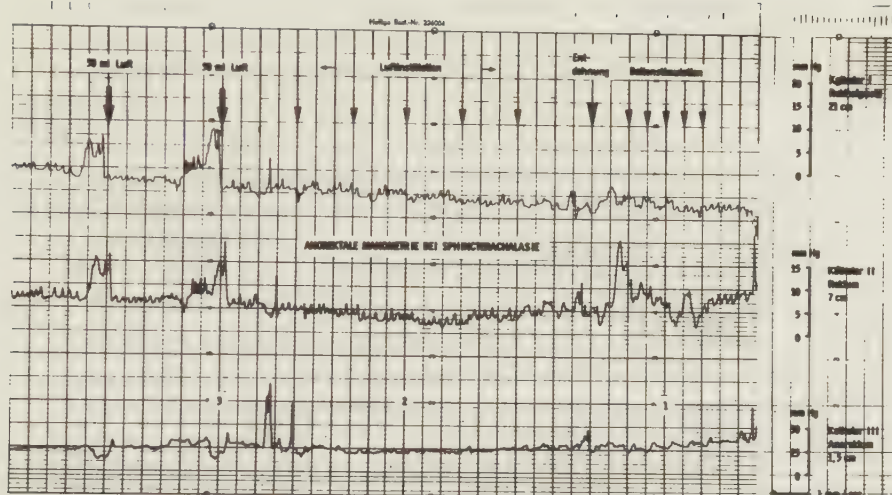


Abb. 41: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum bei Ballonstimulation und Stimulation im Rektosigmoid mit freier Luft.

1. Bei Luftinstillation in den Ballon alle 10 sec je 10 ml kommt es im Anorektum zu einem angedeuteten stufenförmigen Druckabfall von jeweils 5-6 mmHg.
2. Bei Instillation freier Luft ins Rektosigmoid alle 30 sec je 10 ml werden im Anorektum keine Relaxationen ausgelöst.
3. Durch Instillation von 50 ml freier Luft kommt es im Anorektum zu einer Relaxation. Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon, bzw. als freie Luft in das Rektosigmoid.

III. Inkontinenz

Anale Kontinenz ist ein relativer Begriff (Duthie, 18). Sie kann definiert werden als Gleichgewicht zwischen der Konsistenz des rektalen Inhalts, der Rate seiner Lieferung ins Rektum und der Kompetenz des Analkanalmechanismus zur Unterdrückung der Defäkation. (Duthie, 18)

Eine Inkontinenz wird weitgehend immer noch nach anamnestischen Gesichtspunkten beurteilt. Dabei kommen zwar Klassifikationsschemen, wie z.B. das Punktesystem von Schärli oder der Kelly-Code zur Anwendung, die Zuordnung erfolgt jedoch immer noch subjektiv. Obwohl schon wiederholt manometrische Untersuchungen an inkontinenten Kindern durchgeführt wurden, versuchten erst Schärli (65) 1969, Willital (92) 1973 und Holschneider (39,41) 1974 die Schemas durch quantitative manometrische Ergebnisse zu objektivieren.

1. Kontinenzfaktoren

Der Eintritt von Faeces ins Rektum verursacht sensorische Stimulation in Rektum und Beckenboden. Dies wird als Stuhldrang empfunden. Die "Triggerzone" dafür ist der M.puborectalis (Schärli, 67). Die Relaxation des M.sphincter ani internus ermöglicht dem Rektuminhalt den Kontakt mit dem sensiblen anorektalen Epithel und somit kann eine Diskriminierung nach fest, flüssig oder gasförmig stattfinden. Die gleichzeitige Kontraktion des M.sphincter ani externus verhindert ein Stuhlschmieren (46). Bei Erhöhung des intrarektalen Drucks kommt es zur reflektorischen Kontraktion des M.puborectalis, einer Kontinenzreaktion. Dadurch wird dem Rektum Zeit gegeben, sich plastisch

zu adaptieren, so daß es wieder zu einer Druckabnahme im Rektum kommt. Die Adaptationsreaktion verhindert, daß jede Volumenzunahme im Rektum zu einer Druckzunahme führt, was die Kontinenz gefährden würde.

Als wichtigste physikalische Faktoren der Kontinenz werden der anorektale Winkel (81, 20,46) und die M. sphincter ani internus und externus angesehen. Dabei variiert die Gewichtung der einzelnen Faktoren von Autor zu Autor.

Der M.puborectalis hält den anorektalen Winkel von 82° (20) aufrecht. Dadurch kommt es gemäß der Formel $C = M \cos$ zu einer Schubkraftverminderung (46). Dabei bedeutet C die Schubkraft in Richtung auf den Anal-kanal und M das Gewicht des Stuhls.

Der M.sphincter ani internus stellt durch seine tonische Aktivität den Hauptanteil an der anorektalen Druckbarriere. Sein Widerstand gegen Aufdehnung ist nach Stelzner (74, 75), sowie Harris (30, 31) und Pope der wichtigste Kontinenzfaktor.

Der M.sphincter ani externus wird meist nur als Hilfsmittel zur Kontinenz bezeichnet (Schärli, 65, 66, 67; Stephens, 76), da er maximal nur 1-2 Minuten kontrahiert werden kann.

Philipps und Edwards führen die Kontinenz auf extra-rektale Faktoren zurück. Sie versuchten mit einer Flutter-valve Theorie den Umstand zu erklären, daß es beim Valsalversuch trotz höherer Drucke im Rektum als im Anorektum zu keiner Inkontinenz kommt.

Eine Untersuchung über die Bedeutung anorektosigmoidaler Wellenaktivitäten zur Aufrechterhaltung der Kontinenz ist uns nicht bekannt.

Die für die Kontinenz wichtigsten Faktoren sind:

1. Die Wahrnehmung des Defäkationsreizes
2. Der anorektale Winkel
3. Kontinenzreaktion und Haltedruck
4. Die Adaptationsreaktion
5. Eine ausreichende Druckbarriere.

Zu 1:

Die Wahrnehmung des Defäkationsreizes kann gestört sein:

- a) bei Überdehnung des Rektosigmoids und Rektums, also bei einer chronischen Obstipation. Die resultierende Überlaufinkontinenz wird mit der Obstipation diagnostiziert.
- b) bei lumbosacralen Verletzungen oder Mißbildungen
- c) nach abdominoperinealen Durchzugsoperationen, wenn der M.puborectalis verfehlt wurde
- d) nach traumatischer Einwirkung im Analbereich.

Zu 2:

Der anorektale Winkel fehlt bei Neugeborenen und Säuglingen, ebenso nach einer Durchzugsoperation, bei der der M.Puborectalis verfehlt wurde.

Zu 3:

Eine Kontinenzreaktion sowie der willkürliche Haltedruck sind an das Vorhandensein und die richtige Innervation der M.sphincter ani externus und puborectalis gebunden. Bei hohen Atresieformen fehlt der M.sphincter ani externus; die Fähigkeit des M.puborectalis zur Kontraktion kann herabgesetzt sein.

Bei colo-analen Anastomosen kann es zu Sensibilitätsstörungen und somit zum Ausbleiben der Kontinenzreaktion kommen.

Zu 4:

Bei coloanalen Anastomosen und nach anorektalen Mißbildungen kann die Compliance herabgesetzt sein.

Zu 5:

Die Druckbarriere wird von den M.sphincter ani internus und externus und puborectalis gebildet. Bei neuronalen Störungen fällt der Anteil der willkürlichen Muskulatur an der Druckbarriere weg. Nach analen Mißbildungen kann, je nach Lage der Mißbildung, der M. sphincter ani externus oder internus fehlen. Bei sakralen Mißbildungen fehlt auch der M.puborectalis.

2. Manometrische Untersuchungen bei Inkontinenz

1. Kontinenz

Eine Kontinenz ist gewährleistet, wenn das manometrische Verhalten weitgehend dem darmgesunder Kinder entspricht.

Dabei werden folgende Faktoren als besonders wichtig erachtet:

a) Die Höhe der Druckbarriere

Als Mindesthöhe der Druckbarriere gibt Haberkorn(28) 40 cm H₂O an. Die maximale Kontraktionskraft soll mindestens 100 cm H₂O betragen. Schärli (67) nennt 18 mm Hg die Untergrenze, Varma (85) 15-20 mm Hg und Willital (92) 13 mm Hg. Der maximale Haltedruck soll mindestens 26 mm Hg betragen (Willital,92).

b) Intaktes Reflexverhalten von M.sphincter ani internus

Bei regelrechtem Reflexverhalten von M.sphincter ani internus und externus ist eine Kontinenz gewährleistet (Schnauffer,68; Eisner,21,22; Alva,2; Arhan,3,5,6; El Shafie,23; Fowler,24; Taylor,82; Varma,87; White,90,91; Schärli, 65, 66,67; Holschneider,39,41).

c) Fähigkeit des Rektums zur plastischen Adaptation

Nach Eisner (21,22) ist die Kontinenz gewährleistet, wenn eine rektale Ampulle vorhanden und die Compliance annähernd normal ist (2,5 - 10 ml/mm Hg).

d) Regelrechte Funktion des M.puborectalis

Die Perzeption des Defäkationsreizes und die anschließende Kontinenzreaktion des M.puborectalis ist von ausschlaggebender Wichtigkeit (Taylor,82; Schärli,65, 66,67; Holschneider,39,41)

2. Inkontinenz

Dabei ist grundsätzlich zwischen neuronaler Inkontinenz und Inkontinenz nach anorektalen Mißbildungen oder Traumen zu unterscheiden.

Die neuronale Inkontinenz hängt ab von der Höhe der Läsion und dem dadurch resultierenden Grad der Lähmung des Beckenbodens. Bei neuronaler Inkontinenz wird ein normales Reflexverhalten des M.sphincter ani internus beschrieben; die Inkontinenz soll auf die fehlende Kontraktion des M.sphincter ani externus zurückzuführen sein (Alva,2; El Shafie,23; Schnauffer,68; White,90,91). Eisner (21,22) und

Arhan führen die Inkontinenz zusätzlich auf eine verstärkte, verlängerte und repetitive Internusrelaxation zurück.

Die Kontinenzlage nach korrigierten anorektalen Mißbildungen hängt weitgehend von der Art der Mißbildung ab. Bei hohen, supralevatorischen und mittelhohen, in Levatorhöhe befindlichen anorektalen Anomalien fehlt der M.sphincter ani internus. Bei tiefen, infralevatorischen Anomalien ist in 80 % aller Fälle der M.sphincter ani internus vorhanden (Willital, 92).

Wir legen im folgenden die von der Surgical Section of the American Academy of Pediatrics aufgestellten Kontinenzbewertungen

ausgezeichnet (excellent)
befriedigend (satisfactory)
unbefriedigend (unsatisfactory)

zugrunde und versuchen die von den einzelnen Autoren beschriebenen manometrischen Ergebnisse diesem Schema zuzuordnen. Excellent entspricht dabei dem klinischen Bild der Kontinenz.

Willital (92) verwendet bereits dieses Schema. Er findet bei klinisch teilkontinenten Kindern (satisfactory) manometrisch Ruhedruckwerte im M.sphincter ani externus von mindestens 9,5 mm Hg, im Levatorbereich von 7 mm Hg. Die Anspannung im Externus ist mindestens 22 mm Hg, im Levator 18 mm Hg. Eine Internusrelaxation ist nicht auslösbar.

Holschneider (39, 41) unterteilt in partielle Kontinenz Grad I und Grad II. Dabei scheint klinisch der Grad I excellent zu entsprechen. Holschneider findet

bei Grad I ein anorektales Druckprofil von 18 ± 3 mm Hg und eine aktive Externuskontraktion von 10 ± 5 mm Hg mit einer Dauer von 18 ± 7 sec. Die Internusrelaxation ist normal, selten abgeschwächt. Bei partieller Kontinenz Grad II, also der Lage satisfactory zuzuordnen, findet er ein Druckprofil von 14 ± 4 mm Hg und eine aktive Externuskontraktion von 7 ± 3 mm Hg mit einer Dauer von 20 ± 15 sec. Die Internusrelaxationen sind abgeschwächt, atypisch und inkonstant.

Das klinische Bild der Inkontinenz (unsatisfactory) zeigt mit der Sonde nach Willital (92) manometrisch Ruhewerte im M.sphincter ani externus von unter 7 mm Hg, im Levatorbereich unter 6 mm Hg. Die Anspannung des M.sphincter ani externus ist unter 20 mm Hg, im Levator unter 22 mm Hg. Eine Internusrelaxation ist niemals auslösbar.

Holschneider (41) findet, mit der open-tip Methode, ein Druckprofil von 10 ± 5 mm Hg, eine Externuskontraktion von 6 ± 1 mm Hg und einer Dauer von 12 ± 2 sec. Internusrelaxationen fehlen.

Haberkorn findet Inkontinenz bei einem Ruhedruck von unter 40 cm H₂O und einem "squeeze" von unter 100 cm H₂O.

Scharli versuchte die Kontinenz durch die Berechnung des "Kontinenz-
potentials" zu bestimmen. Dabei werden die Expulsionskräfte den Halte-
kräften gleichgesetzt. Überwiegen nun die Expulsionskräfte, so kommt es
zur Inkontinenz. Die Summenformel dafür lautet:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Amplitude der} & & \text{rektaler} & & \text{anorektaler Internus} & & \text{Kontrak-} \\ \text{propulsiven} & + & \text{Ruedruck} & = & \text{Ruedruck} - \text{Relaxat.} & + & \text{tion des} \\ \text{Welle} & & & & & & \text{Puborec-} \\ & & & & & & \text{talis} \end{array}$$

$$\text{Expulsionskräfte} = \text{Haltekräfte}$$

3. Untersuchungen mit Tip-Manometern zur Abklärung der Kontinenzlage

a) Anorektale Anomalien

Wir haben 4 Kinder mit korrigierten anorektalen Anomalien manometrisch untersucht. Dabei handelte es sich um 3 kontinente Kinder, sowie einen Säugling 6 Wochen nach der Korrektur.

Es folgen die Fallbeschreibungen:

- aa) Es handelte sich um einen 9 Monate alten weiblichen Säugling mit einer tiefen Atresie (Archiv-Nr. 198 261, AAT-Typ 17). Gefragt war nach der richtigen Lage des neuen Anus, sowie einer Prognose für die zukünftige Kontinenzlage.

Die Manometrie ergab einen Ruhedruck von 4,05 mmHg, hochfrequente Aktivitäten mit einer Frequenz von 25/min und einer Amplitude von 0,9 mmHg im Rektosigmoid. Das Rektum zeigte einen Ruhedruck von 9,1 mmHg, hochfrequente Aktivitäten, deren Amplitude 1 mm Hg betrug und die mit einer Frequenz von 36/min auftraten. Außerdem waren Wellen mit einer Frequenz von 5/min und einer Amplitude 2,7 mmHg sichtbar. Das Anorektum zeigte einen altersentsprechenden Druck von 22,1 mmHg, sowie Fluktuationen mit einer Frequenz von 22/min und einer Amplitude von 4,25 mmHg.

Bei der Stimulation konnten Relaxationen nachgewiesen werden. Das Verhalten von Sigma und Rektum war regelrecht (siehe Abb. 42).

Daraus kann geschlossen werden, daß der Anus an richtiger Stelle liegt, nämlich durch den M.sphincter ani internus hindurch.

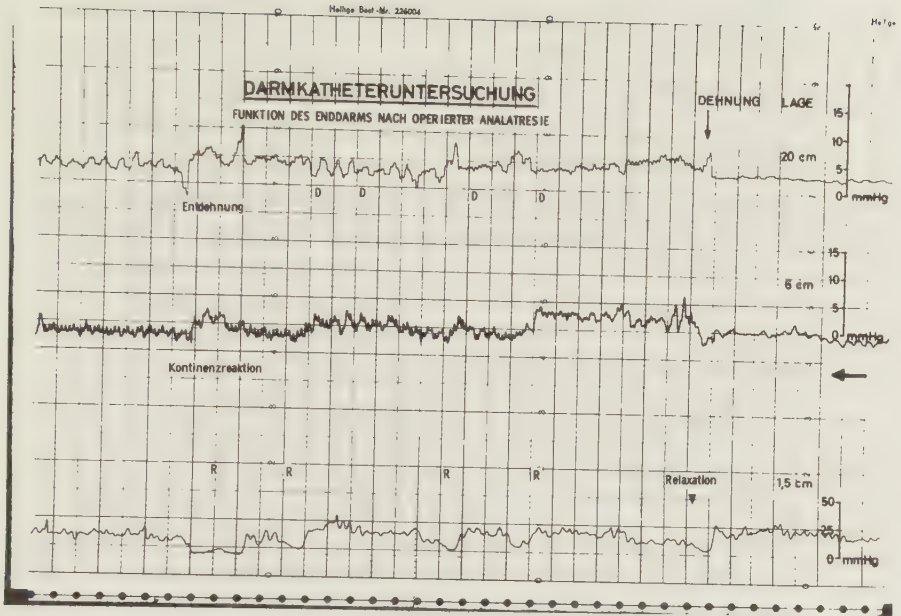


Abb. 42: Funktion des Enddarms nach operierter Analatresie

Auf Dehnung (D) des Rektums mit einem Ballon reagiert das Anorektum prompt mit regelrechten Relaxationen(R). Bei Deflation des Stimulationsballons kommt es zu einer Kontinenzreaktion (Deflationsreaktion siehe S.111). Daraus kann geschlossen werden, daß der Anus an richtiger Stelle liegt, nämlich durch den M.sphincter ani int. hindurch.

Alle Autoren sehen die Kontinenz von einer ausreichenden Hochdruckzone abhängig. Dabei wird das Vorhandensein des Sphinkterhemmreflexes als prognostisch besonders günstig angesehen.

Die Prognose ist also in diesem Falle sehr gut, vorausgesetzt, daß genügend lang bougiert wird, um eine Analstenose zu verhindern.

bb) Es handelte sich um einen kontinenten (satisfactory) 5 Jahre alten Jungen (Archiv-Nr. 108 421 AAT-Typ 9). Die rektale Untersuchung zeigte jedoch einen klaffen- den Anus, der Tastbefund einen mäßigen Haltedruck. Es bestand also eine grobe Diskrepanz zwischen dem klinischen Befund und der Kontinenz.

Die Manometrie ergab in 2 cm Höhe einen Druck von 10,3 mm Hg (normal: 34,7 mmHg). Auffällig war, daß bei einer Willkürkontraktion ein maximaler Druck von 50 mm Hg (normal: 149,5 mmHg) erreicht werden konnte, bei einem Hustenstoß jedoch ein Druckanstieg auf 90 mm Hg im Anorektum beobachtet werden konnte. Im Rektum konnte ein durchschnittlicher Druck von -10 mm Hg beobachtet werden; das Rektosigmoid zeigte Drucke um 0 mmHg. Das zuerst unruhige Kind schlief im Verlauf der Untersuchung ein.

Durch die Stimulation mit freier Luft im Rektum konnten hohe Wellen ausgelöst werden, die zu Flatus führten. Im Anorektum traten Fluktuationen von durchschnittlich 5 mmHg Höhe auf, die aber auch als rudimentäre Relaxationen gedeutet werden könnten. Dies wurde insbesondere deutlich bei einer Stimulation mit 2 ml Wasser im Rektum, wodurch es im Rektum zu einer hohen Welle und im Anorektum zu einer Relaxation um 9 mmHg mit gleichzeitigem Austreten von Wasser aus dem Anus kam.

Durch die Stimulation mit dem Ballon wurden hohe Wellen in Rektosigmoid und Rektum ausgelöst. Parallel zur Dauer der Wellen kam es zu Druckerhöhungen im Anorektum bis zu 90 mmHg (siehe Abb. 43). Willkürlich hatte der Junge solche Drucke nicht erzeugen können. Vom induzierten Stuhldran erwachte das Kind.

Die hohen Kontraktionszacken konnten nicht vom M. sphincter ani externus stammen, sondern müssen durch reflektorische Puborectaliskontraktionen entstanden sein. Dies gibt Stephens (76) recht, der schon 1954 den M. puborectalis als Schlüssel zur Kontinenz bezeichnete.

cc) Dabei handelte es sich um ein 6 Jahre altes kontinentes (satisfactory) Mädchen (Archiv-Nr. 104 148, AAT-Typ 24). Aus der Anamnese ging hervor, daß das Kind bei Stuhldrang sofort die Toilette aufsuchen mußte, da ein längeres Verhindern der Defäkation nicht möglich war.

Bei der Darmkatheteruntersuchung ergab sich eine maximale Höhe der Druckbarriere von 15 mmHg (normal: 57,6 mmHg). Der Druck in Rektosigmoid und Rektum betrug jeweils 1,5 mm Hg. Beim Husten und Kneifen konnte im Anorektum eine maximale Druckerhöhung um 10 mmHg gemessen werden. Bei der Stimulation mit dem Ballon konnte das Kind jede Instillation angeben. Nach jeweils der 3. Instillation, also einem mit 30 ml aufgeblasenen Ballon, kam es zu einem schlagartigen Herausdrücken des Ballons. Das Kind konnte dies nicht verhindern.

Bei der Injektion von freier Luft ins Rektum kam es jeweils auch nach 30 ml zu einem Flatus.

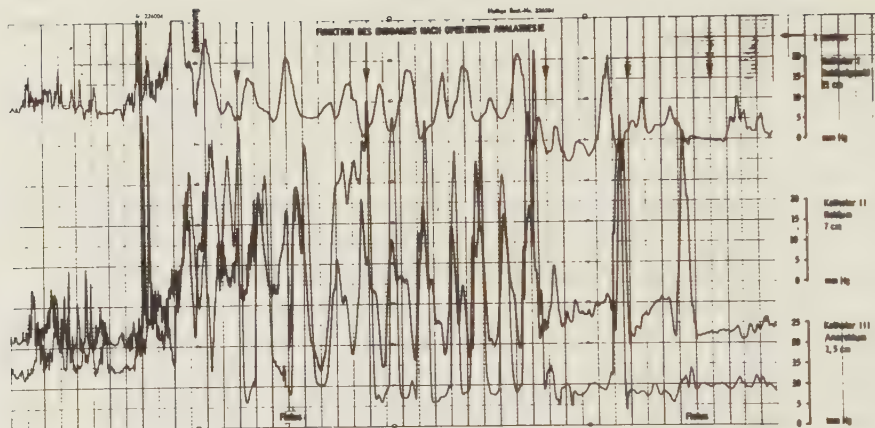


Abb. 43: Verhalten von Rektosigmoid, Rektum und Anorektum nach operierter Analatresie bei Ballonstimulationen.

Beachte: Geänderter Verstärkungsfaktor in Kanal III $\hat{=}$ 1 mmHg.
 Durch die Stimulation mit dem Ballon werden hohe Wellen in Rektosigmoid und Rektum ausgelöst. Parallel zur Dauer der Wellen kommt es zu Druckerhöhungen im Anorektum bis zu 90 mmHg. Die kleinen Dreiecke kennzeichnen den Zeitpunkt der Instillation von 10 ml Luft in den Ballon.

Es handelt sich hierbei um ein sog. automatisches Rektum. Das Kind verdankt seine Kontinenz der guten Perzeption der Rektumfüllung.

- dd) Es handelte sich um einen 6 Jahre alten kontinenten Jungen (Archiv-Nr. 89 646, AAT-Typ 9).

Die maximale Höhe der Druckbarriere betrug 34 mm Hg (normal: 57,6 mmHg), der maximale Kontraktionswert war 90 mmHg (normal: 149,5 mmHg).

Bei der Stimulation konnten keine Relaxationen ausgelöst werden.

Die Kontinenz scheint auf die relative Höhe des analen Ruhedrucks sowie auf die Fähigkeit zur Willkürkontraktion zurückzuführen zu sein.

b) Inkontinenz bei Spina bifida

Die Inkontinenz bei Spina bifida erklärt sich aus der Art der Mißbildung .

Das untersuchte Kind (Nr. 137 271) zeigte einen klaffenden Anus, vermochte jedoch bei der digitalen Untersuchung in der Levatorgegend zu kneifen. Die Fragestellung war, inwieweit durch Training dieser Fähigkeit eine Stuhlkontinenz erreicht werden könnte.

Es wurde ein Druckprofil angefertigt. Dabei zeigten sich Fluktuationen von 2 mm Hg Höhe um den Nullpunkt im gesamten Bereich von 15-1 cm Höhe. Eine Druckbarriere konnte nicht gefunden werden; der dünne Katheter vermochte kein Kneifen zu registrieren.

Durch das Kneifen vermag das Kind nicht, das Darm-lumen zu verschließen. Ein "Kneiftraining" erscheint deshalb sinnlos.

c) Inkontinenz bei Prune-Belly Syndrom (Arch.Nr.130786)

Dabei handelt es sich um kombinierte angeborene Mißbildungen mit Aplasie der Bauchmuskulatur und verschiedener Anomalien im Bereich des Urogenitaltraktes (51).

Uns interessierte der Grund für die Inkontinenz. In Ruhe wurde ein Druck von -5 mm Hg (normal: 5,5 mmHg) im Rektosigmoid, von 13 mmHg (normal: 0,6 mm Hg) im Rektum und von 25 mm Hg (normal: 34,7 mmHg) im Anorektum gemessen. Fluktuationen und kleine Wellen konnten in allen 3 Ableitungen beobachtet werden. Die maximale Willkürkontraktion betrug 115 mmHg (normal: 149,5 mmHg).

Die Stimulation mit dem Ballon löste in Rektosigmoid und Rektum hohe Wellen aus; im Anorektum kam es zu Relaxationen. Bei einer Füllung des Ballons mit 40 ml Luft kam es zur spontanen Ausstoßung des Ballons.

Bei der Stimulation des Rektosigmoids mit freier Luft kam es im Rektosigmoid zu einer Druckerhöhung auf 0 mmHg; das Rektum zeigte Drucke bis 25 mmHg. Das Rektosigmoid reagierte im folgenden auf alle Stimuli regelrecht. Auffällig verhielt sich das Rektum wegen des ständig steigenden Drucks. Nach Injektion von 10 ml freier Luft ins Rektum verspürte das Kind bis zum Ende des Versuchs Stuhldrang. Deshalb waren die im folgenden ausgelösten Relaxationen durch Kontinenzreaktionen überlagert; sie waren jedoch durchaus erkennbar.

Das Druckprofil zeigte zwischen 16 und 6 cm einen stark erhöhten Druck von mindestens 15 mm Hg. In einer Höhe von 6-2 cm war der Druck um 1 mm Hg. Die maximale Höhe der Druckbarriere betrug 25 mmHg (normal: 57,6 mmHg).

Ein Grund für die Inkontinenz kann in der verminderten Höhe der Druckbarriere zu suchen sein. Die vorhandenen Kontinenzreaktionen sprechen jedoch gegen eine Insuffizienz des Kontinenzapparates.

Das "automatische Rektum" sowie die dort auftretenden hohen Drucke und das Fehlen der Adaptationsreaktion können der Grund für eine Inkontinenz sein.

Es scheint sich um eine neuronale Fehlsteuerung zu handeln. Die Erfahrung zeigt, daß Kinder mit urologischen Mißbildungen (z.B. vesico-uretärem Reflux) häufig auch einkoten.

IV. Indikation zur Manometrie

Die Indikation zur Manometrie ergibt sich aus den vorhergehenden Kapiteln.

Bei allen Störungen im Zusammenhang mit Kontinenz und Defäkation ist es zweckmäßig, diese mit den Apparaturen relativ einfache Untersuchung durchzuführen, da nur damit eine gezielte Therapie möglich ist (Eisner).

Darüberhinaus fordert Arhan eine Druckuntersuchung zur Überprüfung der charakteristischen Mechanismen nach jeder coloanal Anastomose. Ein Vergleich mit den normalen Physiologischen Verhältnissen ermöglicht eine objektive Abschätzung des Operationserfolgs.

Die diagnostischen Möglichkeiten der anorektalen Manometrie sowie die daraus resultierenden therapeutischen Konsequenzen sind in den Tabellen 17 und 18 zusammengestellt.

Die anorektale Manometrie ermöglicht eine klare Unterscheidung von normalem und pathologischem Verhal-

ten des Anorektosigmoid. Somit können funktionelle Störungen von diätätischen und psychischen klar abgegrenzt werden. Die Zuordnung einzelner Funktionen zu den einzelnen Organstrukturen zeigt die Ursache und Schwere der funktionellen Störungen. Das weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen kann daran orientiert werden.

Tab. 17

Funktionsstörungen im Enddarm bei Kindern -
therapeutisches Vorgehen

Ursache der Funktionsstörung	Konservativ	Chirurgisch	Vorgehen
Morbus Hirschsprung (Neuronale Colondysplasie)		x	1. Kurz.Seg.-Sphinkteromyotomie 2. Normal-lang.Seg., -Rehbein-State 3. Lang.Seg.- Resektion der A - und Hypoganglionose
Mechanische Behinderung (Stenose, Strikture, Tumor, Duplikatur)		x	Beseitigung des Passagehindernisses
Sigma elongatum mit sekundärem Megacolon		x	1. Sigmaresektion und Resektion von sekundär geschädigtem vorgeschaltetem Dickdarm 2. Nur bei geringgradigem Sigma elongatum ohne Sekundärpathologie-Sphinkteromyotomie als druckmindernde Operation
Prolongierte Obstipation und Sigmaresektion	x	x	1. Konservativ - bei Restmegacolon 2. Sphinkteromyotomie - Reflexdurchtrennung
Rektales Inertiasyndrom	x		"Wash outs" als Entlastung
Überfließinkontinenz	x		s.o. plus Sphinktertraining und Toilettentraining.

Ursache der Funktionsstörung	Konservativ	Chirurgisch	Vorgehen
Sphinkterhemmreflexsyndrom	x	x	1. Konservativ bei Restmegacolon 2. Sphinkteromyotomie - reflexgestörter M. sphinkter internus
Paradoxes Reflexverhalten		x	Druckmindernde Operation (Myotomie)
Kontinenzstörung nach Durchzugsoperation		x	1. Levator-Plastik (Nixon) 2. Gracilis/Schrittmacher (Hartl) 3. (Analklappe)

Tab. 17: Fortsetzung

Tab. 18:

Diagnostik von Funktionsstörungen im Enddarm
von Kindern

Ursache der Funktionsstörung	Untersuchungsmethoden		
	Röntgen- untersu- chung	Doppel- saug- biopsie	Manometrie
Morbus Hirschsprung (neuro- nale Colondysplasie)		x	x
Mechanische Behinderung	x		(x)
- Stenosen			
- Strikturen			
- Tumore			
- Duplikaturen			
Sigma elongatum und se- kundäres Megacolon	x		x
Prolongierte Obstipation und Sigmaresektion	x		x
Rektales Inertia- Syndrom	x		x
Überfließinkontinenz	x		x
Sphinkterhemmreflex- syndrom bei			x
- Sigmaresektion			
- Analtresie			
- sonst normalen Kindern			
Paradoxes Reflex- verhalten			x
Automatisches Rektum nach Durchzug			x
Kontinenenzstörung nach Durchzug			x

E. Zusammenfassung

Die gebräuchlichen Methoden zur anorektalen Manometrie wurden beschrieben; eine genaue "Gebrauchsanweisung" für Handhabung und Versuchsablauf gegeben. Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden wurden aufgezeigt, ihre Möglichkeiten diskutiert.

Dabei wurde eine neue Methode - mit Tip-Manometern - vorgestellt und ihre Anwendung als vorteilhaft beschrieben.

Mögliche Fehlerquellen bei der anorektalen Manometrie wurden genannt, Vorschläge zu ihrer Vermeidung gemacht.

Die Ergebnisse verschiedener Autoren wurden zusammengestellt. Dabei wurden jeweils die normalen physiologischen Verhältnisse, die Ergebnisse bei Obstipation und die bei Inkontinenz zusammengefaßt. Therapeutische Konsequenzen wurden ausgedeutet.

F. Literaturverzeichnis

1. Aaronson, J., Nixon, H.H.:
A clinical evaluation of anorectal pressure studies in the diagnosis of Hirschsprung's disease. Gut 13, 138 (1972)
2. Alva, J., Mendeloff, A.I., and Schuster, M.M.:
Reflex and electromyographic abnormalities associated with fecal incontinence. Gastroenterology 53, 101 (1967)
3. Arhan, P., Faverdin, C., Penaud, J., et Thouvenot, J.:
Données physiologiques et pathophysiologiques sur la motricité du canal anal chez les enfants. Cor. Soc. Biol. 165, 651 (1971)
4. Arhan, P., Faverdin, C.:
Une sonde a ballonnets pour l'étude de la mécanique recto-anale. Fath. Biol. 20, 191 (1972)
5. Arhan, P., Faverdin, C., Thouvenot, J.:
Anorectal motility in sick children. Scand. J. Gastroenterol. 309 (1972)
6. Arhan, P., Faverdin, C., Thouvenot, J.:
Antagonisme in vivo de l'activité mécanique du rectum et du sphincter lisse de l'anus. Cor. Soc. Biol. 166, 259 (1972)
7. Brody, D.A., Werle, J.M., Mescham, J., and Quigley, J.F.:
Intralumen pressures of the digestive tract, especially the pyloric region. Am. J. Physiol. 130, 791 (1940)
8. Callaghan, R.I., Nixon, H.H.:
Megarectum: physiological observations. Arch. Dis. Childh. 39, 153 (1964)
9. Chaudhary, N.A., Truelove, S.C.:
Colonic motility. A critical review of methods and results. Am. J. Med. 31, 86 (1961)

10. Collins,C.D., Duthie,H.L., Shelley,T. and Whittaker,G.E.:
Force in the anal canal and anal continence.
Gut 8, 354 (1967)
11. Collins,C.D., Brown, B.H., Whittaker,G.E. and Duthie,H.L.:
New method of measuring forces in the anal canal. Gut 10, 160 (1969)
12. Connell,A.M.:
Problems of methodology and interpretation and analysis of records.Am.J.Digest.Dis.
13, 397 (1968)
13. Code,C.F., Hightower,N.C. and Morlock,C.J.:
Motility of the alimentary canal in man, review of recent studies. Am.J.Med.13, 328 (1952)
14. Davidson,M., Sleisenger,M.H., Almy,P.T.,Levine,S.Z.:
Studies in distal colonic motility in children.
I.Non propulsive patterns in normal children.
Pediatrics 17, 807 (1956)
15. Davidson,M., Sleisenger,M.H., Almy,P.T.,Levine,S.Z.:
Studies in distal colonic motility in children.
II. Propulsive activity in diarrhoeal states.
Pediatrics 17, 820 (1956)
16. Denny-Brown,D. and Robertson,E.G.:
An investigation of the nervous control of defaecation. Brain, 58 256 (1935)
17. Duthie,H.L., Gainers,F.W.:
Sensory nerve endings and sensation in the canal region of man. Brit.J.Surg.47,585 (1960)
18. Duthie,H.L., Bennet,R.C.:
The relation of sensation in the anal canal to the functional anal sphincter, a possible factor in anal continence. Gut 4, 179(1963)
19. Duthie,H.L., Watts,J.M.:
Contribution of the external anal sphincter to the pressure zone in the anal canal.
Gut 6, 64 (1965)

20. Duthie, H.L.:
Progress report: Anal continence. Gut 12,
844 (1971)
21. Eisner, M.:
Funktionelle Untersuchungen an Rektum und
Anus. Schweiz. med. Wschr. 101, 1549 (1971)
22. Eisner, M.:
Functional examination of rectum and anus
in normals, in disturbances of continence
and defaecation, and congenital malforma-
tions. Scand.J.Gastroenterol. 7, 305 (1972)
23. El Shafie, M., Suzuki, H., Schnauffer, L.,
Haller, J.A., and White, J.J.:
A simplified method of anorectal manometry
for wider clinical application. J.Ped.Surg.
7, 230 (1972)
24. Fowler, R.:
A reappraisal of surgical approaches for the
definitive correction of imperforate rectum.
Aust.N.Z. J.Surg. 42, 56 (1972)
25. Gaston, A.E.:
The physiology of fecal continence. Surg.
Gyn. Obst. 280 (1948)
26. Gouin, B., Couturier, D., Rozé, C. et Debray. Ch.:
La continence anale. Press. Med. 79, 447 (1971)
27. Gowers, W.R.:
The automatic action of the sphincter ani.
Proc. Roy. Soc. of London 26, 77 (1877)
28. Haberkorn, S., Chrispin, A. and Nixon, H.H.:
Assessment of fecal incontinence by manome-
tric and radiological techniques. J.Ped.
Surg. 1, 43 (1974)
29. Hagihara, P.F., Griffen, W.O.:
Physiology of the colon and rectum. Surg.
Clin. N. Am. 52, 797 (1972)

30. Harris, L.D., Pope, Ch.E.:
"Squeeze" vs. resistance: an evaluation of
the mechanism of sphincter competence. J. clin.
Invest. 43, 2272 (1964)
31. Harris, L.D., Winans, Ch.S., Pope, Ch.E.:
Determination of yield pressure: a method
for measuring anal sphincter competence.
Gastroenterology 50, 754 (1966)
32. Hecker, W.Ch., Holschneider, A., Fendel, H.,
Schauer, A., Meister, P., Beige, H.:
Die chronische Obstipation beim Kind infol-
ge Analsphinkterachalasie. Dtsch. med.
Wschr. 98, 2334 (1973)
33. Hightower, N.C.: Comparison of intraluminal pres-
sures and motility patterns in the gastrointe-
stinal tract of human beings when recorded
by balloon and direct (electrical transducer)
pressure systems. Fed. Proc. 11, (1952)
34. Hill, J.R., Kelly, M.L., Schlegel, J.F., Code, C.F.:
Pressure profile of the rectum and anus of
healthy persons. Dis. Colon Rect. 3, 203
(1960)
35. Holschneider, A.M., Hecker, W.Ch., Fendel, H.:
Chronische Obstipation im Kindesalter unter
besonderer Berücksichtigung der Analsphink-
terachalasie. Pädiat. Prax. 13, 595 (1973)
36. Holschneider, A.M.:
Differentialdiagnose und chirurgische Thera-
pie der chronischen Obstipation im Kindesal-
ter. Klin. Pädiat. 186, 208 (1974)
37. Holschneider, A.M., Fendel, H.:
Vergleichende röntgenologische und elektro-
manometrische Untersuchungen der chronischen
Obstipation. Z.f. Kinderchir. 13, 1 (1974)
38. Holschneider, A.M.:
Moderne Funktionsdiagnostik anorektaler
Erkrankungen im Kindesalter, unter besonde-
rer Berücksichtigung der Elektromanometrie.
Münch. med. Wschr. 116, 22 (1974)

39. Holschneider, A.M., Metzler, E.M.:

Manometrische Studien zur anorektalen Kontinenz im Kindesalter. Bruns Beitr. klin. Chir. 14, 221 (1974)

40. Holschneider, A.M., Lahoda, F.:

Elektromyographische und elektromanometrische Untersuchungen zur Gracilis-Plastik nach Pickrell. Z.f. Kinderchir. 14, 288 (1974)

41. Holschneider, A.M. Metzler, E.M.:

Elektromanometrische Untersuchungen der Kontinenzleistung nach rektal-analen Fehlbildungen. Z.f. Kinderchir. 13, 405 (1974)

42. Howard, E.R., Nixon, H.H.:

Internal anal sphincter. Arch. Dis. Childh. 43, 569 (1968)

43. Howard, E.R.:

Ano-rectal pressure studies and their clinical application. In: Andrew Wood Wilkinson (ed): Recent advances of Pediatric Surgery. J.A. Churchill Ltd., London (1969)

44. Hurst, A.F.:

Anal achalasia and megacolon. Guy's Hospital Rept. 84, 317 (1934)

45. Ihre, T.:

Studies on anal function in continent and incontinent patients. Scand. J.Gastroenterol. (Suppl.) 1 - 64 (1974)

46. Kerremans, R.:

Morphological and physiological aspects of anal continence and defaecation. Arsclia Uitgaven N.V. Brüssel (1969)

47. Kantor, J.L.:

Common anomalies of duodenum and colon, their practical significance. J.A.M.A. 97, 1785 (1931)

48. Lawson, J.O.N., Nixon, H.H.:

Anal canal pressures in the diagnosis of Hirschsprung's disease. J.Ped.Surg. 2, 544 (1967)

49. Lawson, J.O.N.:
Observations on "Residual Segment Obstruction"
in treated Hirschsprung's disease. Progress in
Pediatric Surgery 3, 129 (1972)
50. Legros et Onimus:
R  ch  rches exp  rimentales sur mouvements de
l'intestin. J. de l'anat. et de la physiol. 6,
37 (1869)
51. Leiber-Olbrich:
5. Auflage, 81 (1972) Urban & Schwarzenberg,
Berlin, M  nchen, Wien
52. Lorber, S.H., Shay, H.:
Technical and physiological considerations in
measuring gastrointestinal pressures in man.
Gastroenterology 27, 478 (1954)
53. Misiewicz, H.H.:
Measurement of intraluminal pressures. Am.
J. Digest. Dis. 13, 389 (1968)
54. Misiewicz, J.J., Waller, S.L., Healy, M.J.R.,
Fiper, J.A.:
Computer analysis of intraluminal pressure
records. Gut 9, 232 (1968)
55. Nissan, S., Bar-Maor, J.A.:
Further experience in the diagnosis and sur-
gical treatment of short-segment Hirsch-
sprung's disease and idiopathic megacolon.
J. Ped. Surg. 6, 738 (1971)
56. Petrozzi, C., Scholnik, J., Repetto, L.M.:
Clinical study of anorectal function in nor-
mal and pathologic conditions. Am. J. Proctol.
2, 35 (1972)
57. Phillips, J.F., Edwards, D.A.W.:
Some aspects of anal continence and def  aca-
tion. Gut 6, 396 (1965)
58. Quigley, J.F.:
Digestive tract: intraluminal pressures with
special reference to gastrointestinal propul-
sion and gastric evacuation. Medical Physics 1,
310, edited by Glasser, C., Chicago (1944).
Year Book, Publishers

59. Quigley, J.F., Brody, D.A., McKay, B., Landolina, M.C.,
McAlister, J.H.:

Accurate registration of intraluminal pressures
of the digestive tract by two new methods.
Fed. Proc. 9, 102 (1950)

60. Quigley, J.F., Brody, D.A.:

A physiological and clinical consideration
of the pressure developed in the digestive
tract. Am. J. Med. 13, 73 (1952)

61. Ritchie, J.A., Ardran, G.M., and Truelove, S.C.:

Motor activity of the sigmoid colon of humans.
Gastroenterology 43, 642 (1962)

62. Rosenblum, M.J., and Cummins, A.J.:

The effect of sleep and of amyltal on the
motor activity of the human sigmoid colon.
Gastroenterology 27, 445 (1954)

63. Rowlands, E.N., Honour, A.J., Edwards, D.A.W.,
Corbett, B.D.:

Metal capsule manometer for measuring pres-
sure in the human gut with an open ended tube.
Clin. Sc. 299 (1953)

64. Schapiro, S.:

Applied anatomy of infants and children in
proctology. Rev. Gastroenterol. 15, 307
(1948)

65. Schärli, A.F., Kieseewetter, W.B.:

Imperforate anus: anorectosigmoid pressure
studies as a quantitative evaluation of
postoperative continence. J. Ped. Surg. 4,
694 (1969)

66. Schärli, A.F., Kieseewetter, W.B.:

Imperforate anus: Some new concepts in con-
tinence and defaecation. Dis. Colon Rect.
13, 81 (1970)

67. Schärli, A.F.:

Anorektale Anomalien. Hans Huber-Verlag,
Bern (1972)

68. Schnauffer, L., Talbert, J.L., Haller, J.A., Tobon, F., Schuster, M.M.:
Differential sphincteric studies in the diagnosis of anorectal disorders of childhood. J.Ped.Surg. 2, 538 (1967)
69. Schreiber, J.:
Zur physikalischen Untersuchung des Oesophagus und des Magens. Deutsch.Arch.f.klin.Med. 33, 425 (1883)
70. Schuster, M.M., Hendrix, R.T., Mendeloff, A.I.:
The internal anal sphincter response: manometric studies on its normal physiology, neural pathways, and alteration in bowel disorders. J.Clin.Invest. 42, 196 (1963)
71. Schuster, M.M., Hookman, F., Hendrix, R.T. and Mendeloff, A.I.:
Simultaneous manometric recording of internal and external anal sphincter reflexes. Bull. Johns Hopkins Hosp. 79, 79 (1965)
72. Schuster, M.M.:
Motor action of rectum and anal sphincters in continence and defaecation. In: Handbook of Physiology, Vol 6, 221 (1968), Amer.Physiol.Soc.
73. Silber, A.:
Progress in gastrointestinal motility. S.Afr.Med.J. 45, 1144 (1971)
74. Stelzner, F.:
Kontinenz, Superkontinenz und Inkontinenz im Anorektalbereich. Dtsch.med.Wschr. 50, 2275 (1965)
75. Stelzner, F., Baumgarten, H.G., Holstein, A.F.:
Die Bedeutung des Sphincter ani internus für die Kontinenz und Superkontinenz. Langenbecks Arch. Chir. 336, 35 (1974)
76. Stephens, F.D.:
Malformations of the anus. Aust. New Zeal. J.Surg. 23, 9 (1953)

77. Suzuki,H., Watanabe,K., Kasai,M.:
Manometric and cineradiographic studies on
anorectal motility in Hirschsprung's disease
before and after surgical operation. Tohoku J.
Exp. Med. 102, 69 (1970)
78. Suzuki,H., White,J.J., El Shafie,M., Shaker,J.,
Haller,J.A., Schnauffer,L.:
Non-operative diagnosis of Hirschsprung's
disease in neonates. Pediatrics 51, 188 (1973)
79. Swenson,O., Rheinlander,H.F., Diamond,J.:
Hirschsprung's disease: a new concept of the
etiology. New Engl. J.Med. 241, 551 (1949)
- 80) Swenson,O., Sherman,J.O. and Fisher,J.H.:
Diagnosis of congenital megacolon: an analysis
of 501 patients. J.Ped.Surg.8, 587 (1973)
81. Tagart,R.E.B.:
The anal canal and rectum: their varying rela-
tionship and its effect on canal continence.
Dis. Colon Rect. 9, 449 (1966)
82. Taylor,I., Duthie,H.L. and Zachary,R.B.:
Anal continence following surgery for imper-
forate anus. J.Ped. Surg. 8, 497 (1973)
83. Tobon,F., Schuster,M.M.:
Megacolon: special diganostic and therapeutic
features. Johns Hopkins Med. J. 135, 91 (1974)
84. Ustach,T.J., Tobon,F., Schuster, M.M.:
Simplified method for diagnosis of Hirsch-
sprung's disease. Gut 13, (1972)
85. Varma,K.K., Stephens,D.:
Neuromuscular reflexes of rectal continence.
Aust.N.Z.J.Surg. 41, 263 (1972)
86. Varma,K.K.:
The role of the voluntary anal sphincter in
the maintenance of fecal continence in normal
and abnormal states. Aust.N.Z.J. Surg. 42,
52 (1972)

87. Varma,K.K., Stephens,F.D.:
Neuromuscular reflexes in Hirschsprung's
disease. Aust.N.Z.J. Surg. 42, 307 (1973)
88. Verder,H., Johansen,K.S., Engbaek,K.:
Anal tonometry. Acta Paediat. Scand. 62,59
(1973)
89. Wankling,W.J., Brown,B.H., Collins,C.D.,
Duthie,H.L.:
Basal electrical activity in the anal canal
in man. Gut 9, 457 (1968)
90. White,J.J., Suzuki,H., El Shafie,M., Kumar,M.,
Haller,J.A., Schnauffer,L.:
A physiologic rationale for the management
of neurologic rectal incontinence in children.
Paediatrics 49, 888 (1972)
91. White,J.J., Suzuki,H., El Shafie,M.,Kumar,M.,
Haller,J.A., Schnauffer,L.:
Physiologic responses of the anorectal sphinc-
ters in children with incontinence and con-
stipation problems. The American Surgeon 39,
95 (1973)
92. Willital,G.H.:
Habilitationssarbeit
93. Willital,G.H.: Groitl,H., Zeiser,E., Riedl,A.:
Fortschritte in der Diagnostik funktioneller
Störungen des Enddarms bei Kindern - chirurg-
ische Konsequenzen.

L e b e n s l a u f

Am 9. März 1949 wurde ich in Schrobenhausen als viertes Kind des Juristen Alfred Riedl und seiner Ehefrau Maria, geb. Högg, geboren.

1955 Eintritt in die Volksschule in Bayreuth.
Ab 1961 lebte ich im Augustiner-Seminar in Weiden/Opf. Dort auch besuchte ich das mathematisch-naturwissenschaftliche Kepler-Gymnasium.

Im Sommer 1970 machte ich dort das Abitur. Im Oktober des gleichen Jahres immatrikulierte ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg für das Fach Humanmedizin.

Am 4. August 1976 beendete ich dort mein Studium mit dem Medizinischen Staatsexamen.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990